日本水産学会誌

第二十一卷　第四號

Bulletin of the Japanese
Society of Scientific Fisheries

Vol. 21, No. 4, 1955

目　次

1950～1953 年潮岬沖におけるプランクトン沈澱量の変動 ……丸茂隆三…… 205
隠岐島周辺に於けるスルメイカの漁況学的研究—Ⅰ.
　定置網の漁獲と気象要因との関係……児島俊平…… 203
サバの耳石に顕われる輪紋に就いて……吉原英吉…… 214
チョウセンハマグリの生態について……茂野邦彦…… 218
アサクサノリ胞子の附着と海況について—Ⅰ. ……斎藤雄之助…… 226
海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—Ⅳ.
　海洋性硫酸塩還元細菌の栄養について（その1）……木俣正夫・門田　元・畑　幸彦…… 229
海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—Ⅴ.
　海洋性硫酸塩還元細菌の栄養について（その2）……木俣正夫・門田　元・畑　幸彦…… 235
ニジマス卵の成分と発眼率……平尾秀一・山田充阿彌・菊池　嶺…… 240
アブラツノザメ卵油について……座間宏一・片田宗男・五十嵐久尙…… 244
水産物の油焼防止に関する研究—Ⅳ.
　塩蔵サケ，マスに対する酸化防止剤の適用に就いて（1）……外山健三・猿谷九万…… 243
魚体成分の抗菌作用に関する研究—Ⅶ. 酸化イカ肝油の抗菌作用について
……富安行雄・豊水正道…… 253
魚体成分の抗菌作用に関する研究—Ⅷ. 酸化魚油中の抗菌性物質の分別……豊水正道…… 253
Aureomycin によるイワシの鮮度保持……富山哲夫・野村　稔・黒木俊一…… 232
水産物の腐敗に関する研究—XX. 魚種による腐敗の相違についての考察（3）
　——加熱軟化の影響……清水　亘・日引匡幸…… 267
未利用水産動物の餌料化に関する研究—Ⅰ. ヒトデより餌料の製造
……東　禿雄・村山繁雄・簗瀬正明・田部井菊子……271
水産醱酵食品に関する研究—Ⅰ. 塩辛中の好気性細菌について……鎖谷武平……280
Biuret 反応による魚肉蛋白質の定量について……松本重一郎・金光庸俊……284
雑　録……293

昭和三十年

日本水産学会

The Japanese Society of Scientific Fisheries
TOKYO

CONTENTS

Fluctuations of settling volume of plankton off Shionomisaki from 1950 to 1953 ..... Ryuzo MARUMO 205
A study on fishing condition for squid in waters off Oki Islands —I. The relationship between meteorological factors and hauls of fixed nets ..... Shumpei KOJIMA 208
On the rings appearing on the otolith of one form of the Japanese mackerels ..... Eikichi YOSHIHARA 214
Notes on the biology of the clam, *meretrix lamarckii* ... Kunihiko SHIGENO 218
On the relation between the appearance of spores of laver, *Porphyra tenera* and the environmental conditions—I. ..... Yunosuke SAITO 226
Studies on the marine sulfate-reducing bacteria—IV. Nutritional requirements of marine sulfate-reducing bacteria (1) ..... Masao KIMATA, Hajime KADOTA and Yoshihiko HATA 229
Studies on the marine sulfate-reducing bacteria—V. Nutritional requirements of marine sulfate-reducing bacteria (2) ..... Masao KIMATA, Hajime KADOTA and Yoshihiko HATA 235
Relation between chemical constituents of rainbow trout eggs and the hatching rate ..... Shiuichi HIRAO, Juami YAMADA and Ryo KIKUCHI 240
Studies on the egg fat of shark, *Squalus suckleii* (GIRARD) ..... Koichi ZAMA, Muneo KATADA and Hisanao IGARASHI 244
The protection method of marine products from their deterioration due to the oxidation of oil—V. Applicability of some antioxidants to dry-salting of salmon (1) ..... Kenzo TOYAMA and Kuman SARUYA 248
Studies on the antibiotic action of fish components—VII. On the antibiotic action of the oxidized calamary oil ..... Yukio TOMIYASU and Masamichi TOYOMIZU 253
Studies on the antibiotic action of fish components—VIII. Fractionation of an antibiotic substance from oxidized fish oils ..... Masamichi TOYOMIZU 258
Effectiveness of aureomycin on keeping quality of sardine ..... Tetuo TOMIYAMA, Minoru NOMURA and Shunichi KUROKI 262
Studies on putrefaction of aquatic products—XX. Cnnsideration of difference in putrefaction for various kinds of fish (3) —Influence of antolysis on putrefaction ..... Wataru SIMIDU and Sigeyuki HIBIKI 267
Studies on utilization of worthless marine animals for feed—I. Production of starfish solubles for feed ..... Hideo HIGASHI, Shigeo MURAYAMA, Masaaki YAMASE and Kikuko TABEI 271
Studies on fishery-fermentation products—I. On the aerobic bacteria in "Shiokara" ..... Buhei ZENITANI 280
A biuret method for determining fish muscle proteins ..... Juichiro J. MATSUMOTO and Tsunetoshi KANAMITSU 284

日本水産学会昭和30年度秋期大会開催通知

（九州支部大会併行）

日　時　昭和30年10月28日（金）～30日（日）

28日（金）　9.00～17.00　研究発表
（17.00～18.00）　九州支部総会
（12.00～　）　評議員会
（18.30～21.30）　懇親会（会費 500 円の予定）

29日（土）　9.00～12.00　研究発表
13.00～17.00　シンポジウム（水産技術改良）
（12.00～　）　日本水産学会賞選衡委員会
（13.00～　）　見学
1. 市内（名所，旧跡，水産施設等）
2. 29日午後～30日午後長崎水試試験船鶴丸により西海国立公園（長崎―五島―九十九島―佐世保）

30日（日）　9.00～17.00　シンポジウム（イワシ不漁対策）

場　所　長崎大学経済学部（長崎市西山町―長崎駅前より市内電車，蛍茶屋行，馬町下車徒歩約 10 分）

旅　館　（1泊2食付）A・1,000円　B・800円　C・500円予定，定員の都合で等級別は御希望に副いかねるかも知れませんが予め御諒承下さい。　（裏面備考参照）

氏名 フリガナ	（発表者に○印をつけて下さい）	整理番号
連絡先		所属機関
研究発表題目	スライド　要　不要	所要時間（10分以内）　分
シンポジウム	水産技術改良	参加，不参加
	イワシ不漁対策	参加，不参加
	プランクトン	参加，不参加
宿泊	日の朝・昼・夕食から　日の朝・昼・夕食まで A. 1,000円　B. 800円　C. 500円	
通信欄		

備　考：—

1. 御出席の方は下の私製はがきに各要項を御記入の上昭和 30 年 9 月末日迄に必着するように長崎県日宇局区内，崎辺町長崎大学水産学部内，日本水産学会九州支部宛に御郵送下さい。
2. 御申込の一切は御出席各個人別に御願い致します。
3. 研究発表をされる方は御申込と同時に別に講演要旨（400 字以内）を必ず御送り下さい。
4. 28 日～29 日の適当な時に「プランクトン・シンポジウム」を行います。
5. シンポジウムに就いては目下具体的計画を検討中ですが，
   (1) 「水産技術改良」は長崎県下の漁村青年研究者と学会出席者との会合で，専ら漁村に於ける各種の技術改良（漁撈，製造，増殖等）についての討論であり，
   (2) 「イワシ不漁対策」は九州沿岸のイワシ不漁の対策について学術関係団体，業者等との会合で，イワシ不漁の対策として資源，漁場，漁具．漁法，利用等各方面からの討論であります。多数の参加を希望します。

切手

郵便はがき

日本水産学会九州支部 行

長崎県日宇局区内崎辺町
長崎大学水産学部内

1950–1953 年潮岬沖におけるプランクトン沈澱量の変動

丸 茂 隆 三
（中央気象台海洋課）

Fluctuation of the Settling Volume of Plankton off Shionomisaki from 1950 to 1953

Ryuzo MARUMO

The settling volume of the net samples which were collected in the years 1950 to 1953 in the open sea south of Shionomisaki tip shows the maximum in spring and minimum in autumn.

The annual mean of settling volume is largest in the coastal area and decreases gradually toward 31°30′ N. It increases again around 30°30′ N and reaches its minimum at the Ocean Weather Station T (29° N, 135° E). This tendency of fluctuation seemed to be agreeably corresponding to the distributional pattern of the Kuroshio current and its counter current.

一般にプランクトン量は季節的に大きく変動するものである。ところが普通に行われているプランクトン調査においては，或一時期の地理的分布のみを対象とする場合が多い。この一時期のプランクトン量が，季節変化の上において占める位置を知ることは，極めて大切である。本報告はこのような意味において，一つの知見を加えるものであろう。

6 隻の中央気象台定点観測船によつて，南点（T点）及びその往復航（E線及びG線）で得られたネット試料をフォルマリン固定し，24時間放置後の沈澱量を読み取つた。100 m の距離をできるだけ鉛直に表面まで曳網した。観測位置を第1図に，ネット型式及び試料数を第1表に示す。

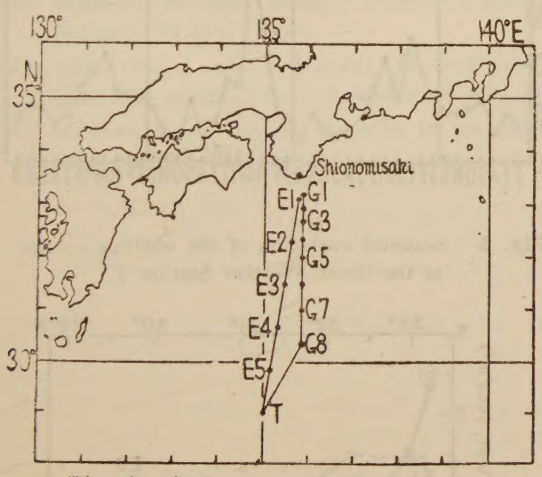


Fig. 1. Observational lines and stations.

Table 1. Necessary elements for the consideration of plankton data.

Area	Period	Number of samples	Net
E-line	June 1950–May 1951	49	Kitahra's quantitative net(1)
G-line	June 1951–Dec. 1952	146	
Station T (29°N, 135°E)	June 1950–Dec. 1952	427	
	Jan.–Nov. 1953	33	C-net(2)

(1) : 22.5cm in mouth diameter, xx 13 of bolting silk.

(2) : used in the Japanese marine meteorological observatories, closing type without head cone, 51cm in mouth diameter, GG 54 of bolting silk.

1955 年2月7日受理

結　　果

E, G 線では，4, 5 月を中心として最密部（1～5cc/m³），秋期を中心として最も低密な部分（大部分 0.5 cc 以下）が現われる（第2図）。1950 年 8 月～11 月は不規則なモザイック状分布を示す。32.5°N 以北の接岸部では，季節変化は沖合ほど単調ではない。各年の同時期の沈澱量は必ずしも等しくはないが，いずれの年も明らかに 1 山 1 谷型の年変化を示している。

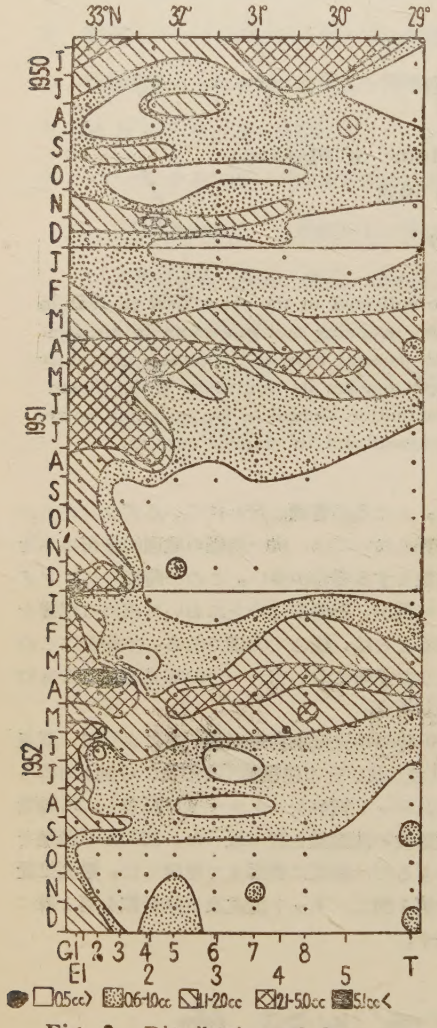


Fig. 2. Distributions of the settling volume at E- and G-lines.

T点においては第3図に示すように，2～5 月の間に明瞭な最大値をもつ。各年とも秋期には小さい凹凸が現われ，一見秋期増殖を示すように思われるが，次の理由からこれらは有意の山と考えられない。つまり 1950～1952 年の試料（1953 年分は未検鏡）では，沈澱量の主部を占めている珪藻及び橈脚類は，この秋期にはいずれも増殖の山を現わさず，むしろ年の最低値を示している。ここにおいて T 点でも又大きい変化としては，春及び秋にそれぞれ山（大部分 1～2cc）と谷（大部分 0.5cc 以下）をもつ 1 山 1 谷型を示すといえよう。1952 年 4 月の最大値を除けば，沈澱量変動の大きはさ各年ともほゞ等しい。特にネット型式，布地などの全く異る 1953 年とその他の年とが，変化の型も大きさもよく似ていることは興味深い。

Fig. 3. Seasonal variation of the settling volume at the Ocean Weather Station T.

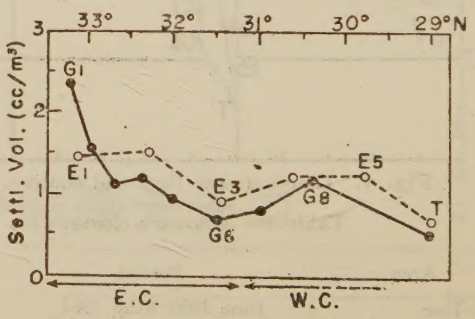


Fig. 4. Geographical variations in the annual mean of the settling volume at E- and G-lines and mean current directions at G-line. E. C. : Eastward current, W.C. : Westward current.

考　　察

肉眼的に見れば，北原定量ネット試料では珪藻及び橈脚類により，C ネット試料では橈脚類によつて，それぞれその沈澱量の主部が占められている。丸茂その他[1]は T 点で，珪藻，橈脚類，沈澱量が同型の年変化を示すことを指摘している。

E 線（1950 年 6 月～1951 年 5 月）及び G 線（1951 年 6 月～1952 年 12 月）の各点における平均沈澱量

の変化を第4図に示した。31°30′N 附近の St. E 3 および St. G 6 が，共にT点についで低い値をとる。Masuzawa and Nakai[2]によると，1950～1952 年 G 線上の流れを平均的に見れば，東流部（黒潮本流）と西流部（黒潮反流）との境界は 31°15′N 附近にあり，西流部の中心は 30°30′N～31°N の間にある（第4図）。この相反する2つの流れの境界部と沈澱量の低密部とが一致していることに対して，次のような解釈を与えることができる。本州沿岸に沿つて東流する黒潮水は，栄養に富んだ沿岸水と混合し，高いプランクトン量を示した。一方反流域には伊豆諸島周辺あるいはその他から，やゝプランクトンに富んだ沿岸性の水が供給された。これらにはさまれて，31°30′N 附近に最も純粋な不毛の黒潮水が分布した。南点は既に反流域から脱し，外洋性の強い黒潮水におおわれているのであろう。Marumo[3]は 1953 年1月～11 月 G 線における採水試料においても，同様に平均的に見れば珪藻細胞数は 31°30′N 附近に低密部が存在することを示している。しかしながら，すべての観測において沈澱量と海流とが常に既述の形で対応するとは限らない。それは流れの状態が，プランクトン量を決定する唯一の要素ではないからであろう。しかしこのような水系の単純な海では，海流はプランクトン量を決定する重要な原因となることはたしかであろう。

要　　約

1. 沈澱量は，T 点，E 線，G 線共に春に最高値，秋に最低値をもつ1山1谷型変化を示す。
2. 沈澱量の地理的変化を平均的に見れば，接岸部程濃密で，31°30′N 附近で一つの低値をとり，更に沖合の 30°30′N 附近で再び増加し，T 点で最小値に達する。この分布傾向は黒潮水の流動状態とよく対応する。

文　　献

(1) 丸茂隆三・鬼頭正隆・朝岡治：　外洋における主要プランクトン群の生産量とその季節変化，日本海洋学会誌，10 (4), (1954).

(2) Masuzawa, J. and T. Nakai: On the Fluctuation of the Kuroshio Current off Shionomisaki from 1950 to 1952, *Rec. Oceanogr. Works Japan*, *New Ser.*, 1 (2), (1953).

(3) Marumo, R.: Diatom Plankton in the South of Cape Shionomisaki in 1953, *Ocaenogr. Mag.*, 6 (3), (1954).

隠岐島周邊に於けるスルメイカの漁況学的研究—I. 気象と漁況との関係について

児 島 俊 平
(島根県水産試験場)

A study on Fishing Condition for Squid in Waters off the Oki Islands—I. The Relationship between Meteorological Factors and Hauls of Fixed Nets.

Shumpei KOJIMA

Few species of fishes have greater amounts of landings here in Japan than the flying squid, *Ommastrephes sloani pacificus*, as they are fished almost in all the coastal waters throughout the year. In the area neighboring to the Oki Islands on the sea of Japan, the majority of the catch are produced by fixed netting in colder seasons of the year.

On the basis of these facts an attempt has been made to explain statistically the relationship between fluctuation in the catch and meteorological factors such as the low pressure, discontinuity, wind and the atmospheric temperature. The period under study covers every fixed netting season from October 1950 to March 1954.

1) The hauling seems to decrease for a day or two after the low pressure most closely approached to the fixed netting grounds. Whereas no significant difference in the effect of the low pressure on the catch is evident for either the days immediately before or on the third day after the encounter of low presure (Table 1).

2) On a morning followed the windy night blowing harder than 7 in Beaufort's scale, the catch would be affected almost with no regard to the direction of the wind. When it had blown southeasterly or southwesterly, the haul in the next morning increased a little possibly because of a meteorological condition always preceding those blowing weathers (Table 3).

3) An increase in the catch followed the night when the atmospheric temperature had gone down more than 3° C (Table 5).

4) The approaching discontinuity can be said responsible for bringing about a greater amount of the squid to be caught in the area under review. Because the favorable conditions for the netting such as the ES or SW wind, or changes in the temperature, are phenomena associated with the discontinuity passing over the area. However, it is necessary for a good haul to have the wind blowing at less than 5 mps on the average (Table 2).

緒 言

"スルメイカ" *Ommastrephes sloani pacificus* は本邦全海域にわたり零細漁民の手によつて釣獲される重要な水産資源で，その漁獲高はイワシ，サバ，ニシンに次ぐことは周知の通りであるが，その重要性にかゝわらず，これらの漁況に関する研究は非常に少ない。

島根県[1]においては隠岐島周辺のスルメイカが大正3年から急激に減少したので，県水産試験場は全国に先がけて大正9～11年（1920～'22）の3カ年間，隠岐島西郷町に臨時派出所を設置して不漁原因の探査研究に努めたが，周辺の漁場並びに漁況の推移について一般概念を掌握したのに止まつた。従来，スルメイカの漁況に関係する研究は主として北海道周辺の一本釣についてなされてきた。その主なるものを述べれば，川名[2]は 200 m 層の冷水が沿岸に接近するときに凶漁，沖合にあつて強盛なるときは豊漁になることを示し

1955 年 2 月 21 日受理

た。宮本[3]は水温の垂直分布に適当な限界（25 m 以浅で 12～24° C，40～60 m で 10～18° C）があつて，各層の水温が其の限界の範囲にあるとき漁獲は最も多く，外れるにしたがつて漁獲が減少すること，而してこの際，下層水温が上層より強く影響すること，漁獲の予想が甚だ外れる場合が起るのは地理的な海況条件によるらしいとした。成沢，家久[4]は但馬近海について，7～8月には表面水温が高いと不漁になるらしくもあるが，漁期（6～10月）を通じて云えば表面水温が高い程好く，6月にこの傾向は著しく，雨天には悪いと述べておる。

勿論，漁況はその生態系の基盤である海況が，魚群回游の多寡や漁場に於ける行動を律するものと考えられるが，更に海況に強力な影響をあたえるものとして，気象要因を無視することは出来ない。幸い隠岐島にはスルメイカを目的とする定置網が敷設されているので，筆者は先ず漁況と気象要因との関係を明らかにした。

資　　料

調査漁場及び期間；　隠岐島に於けるスルメイカ定置漁場の分布は，漁具自体の特性がしからしむる結果でもあるが，冬期日本海に卓越する季節風（NW）を避けて，隠岐海峡沿いの島前沿線に密集しており，島後には設置されていない（Fig. 1）。本研究の対象とした漁場は，中之島浦郷湾3統，西之島崎2統の5統である。調査期間は昭和 25 年 10 月から 29 年3月までの4ケ年で，それ以前の資料は 24 年漁業組合改組の際，処分して不明である。

漁具並びに漁期：　隠岐島周辺のスルメイカは，一本釣で周年漁獲されるが[1]，俗称秋イカ（8～10 月），冬イカ（11～3 月）が水揚げのほとんどを占める。定置網は，9 月下旬～10 月上旬に網を設置し，翌年4月上旬に藻業を打ち切るが，盛漁期は通常 12 月上旬から3月上旬の間である。敷設される網の種類は，他地方で見られるイワシ敷網と同型のもので（Fig. 2），垣網の長さは 200 間～250 間，水深2間ぐらいから始まり，嚢部で 25～30 尋の深さになる。漁獲状況は 11 月中旬迄は中羽イワシ，中アジ，其の他雑魚で，スルメイカは皆無であるのが 11 月中旬以降になるとスルメイカのみと云つてもよいほどで，結局スルメイカは漁期を通じて各網とも総漁獲高の 80 %，25,000～80,000 貫を示している。

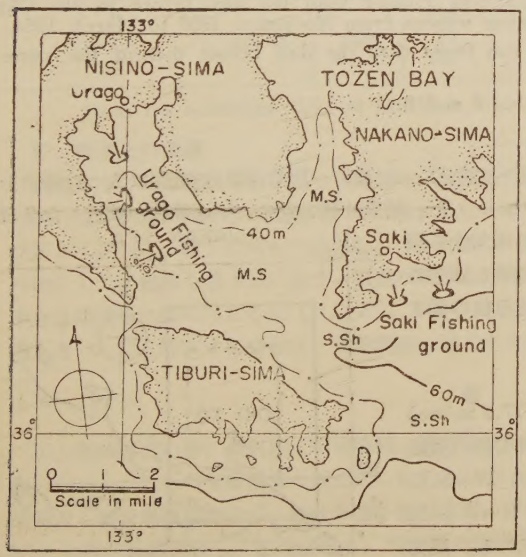


Fig. 1. Fixed netting grounds for squid off Oki Islands.

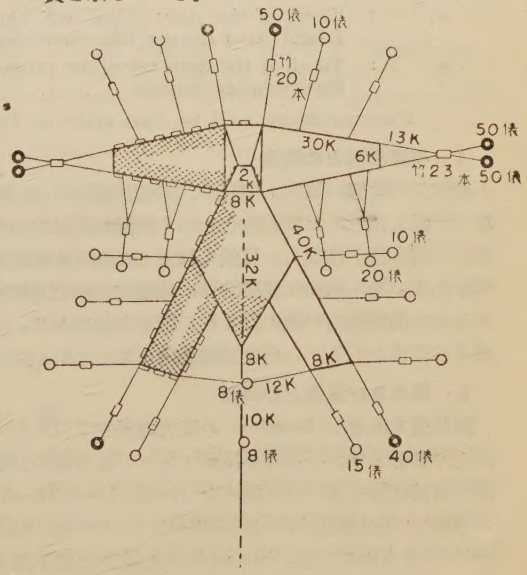


Fig. 2. Diagram of a fixed net for squid as used off the Oki Islands.

漁獲高，気象観測の資料：　島前西之島浦郷町・中之島，崎の両漁業協同組合で記録された日々漁場別の水揚高を用いた。しかし漁獲が 100 貫以下の場合は資料から除外した。揚網は日1回，夜明け前から持たれ

る。気象資料は西郷測候所の観測記録，中央気象台発行の極東天気図（12時間毎）を参照した。

方法及び結果

Ⅰ．低気圧の接近度との関係

三谷[5]に従って漁獲高が前日よりも増大した場合を＋，減少した場合を－，として低気圧が漁場に最も接近した日（Lat 34°～39°，Long 131°～135° の範囲内に中心が入つた場合を取り，しかも隠岐島に接近した日，Fig. 3）を中心として前3日，後3日について漁獲高の増減を調べ，その差が有意なものであるかどうかを x^2-test として第1表を得た。結果によれば，低気圧が漁場に最も接近した日の1日後，2日後に漁獲が前日よりも減少する傾向があると云える。特に浦郷湾漁場のものが顕著であり崎漁場は有意な減少は認められない。接近前日は両漁場とも関係は認められない。

Table 1. Number of Fishing Days Affected by Low Pressure and Their Comparison by Chi-Square.

Designated day	Number of Fishing Days			x^2	Significant Level	Remarks
	x_1	x_2	x_1-x_2		α	
－3	47	63	−16	2.32	0.25	
－2	53	57	− 4	0.14	0.75	
－1	52	58	− 6	0.32	0.75	
0	60	50	+10	0.90	0.50	
＋1	41	69	−28	8.18	0.005	Significant
＋2	37	73	−36	11.78	0.001	Significant
＋3	49	61	−11	0.68	0.5	

Notations

0 : The day when encountered with low pressure.
－3…1 : Number of the days preceding the encounter of low pressure.
＋1…3 : 〃 〃 following 〃 〃
x_1 : Total of the days when the catch was greater than the day before in the Oki Island Area during four fixed-netting seasons from November 1950 to March 1954.
x_2 : Total of the days when the catch was fewer than the day before during the same fixed-netting seasons.

These notations will be read alike in Table 2 and 3.

Ⅱ．不連続線との関係

低気圧の来襲の場合と同じく，不連続線が Lat 35°～38°，Long 132°～134°-30′ の範囲に入つた場合を取り，最も接近した日を中心として漁獲の増減を x^2-test した。結果は第2表で，不連続線が接近した2日前に一時漁獲が増加し，又最も接近した当日の朝網に増加する傾向がある。その傾向は浦郷湾口に位置する中之島崎漁場が顕著であるが，浦郷湾内の奥に行く程，薄くなつておる。1日後の朝は減少の傾向があるが，中之島崎漁場に甚だしい。

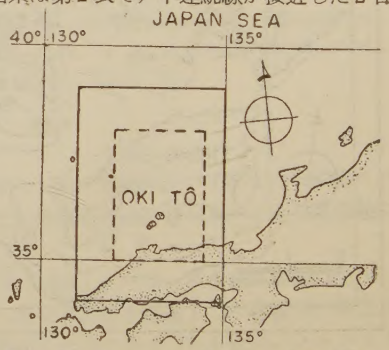


Fig. 3. Ranges used for computing the effects of low pressure and discontinuity.

Range of low pressure.
Range of discontinuity.

Ⅲ．風向及び風速との関係

瞬間最大風速が Beaufort の風力階級で7（13.9～17.2 m/sec）以上の日をとり，その時の風向と当日，1日後及び2日後の漁獲高の増減状態を調べた。風向を N→E，E→S，S→W，W→N に4分割して生起頻度をみると W→N が 60～65 %，N→F が 18～25 %を占めている。x^2-test した結果は第3表である。風力が7以上の様な強い風が吹くと，その翌朝の網には漁獲が減少すると云える。殊に N→W の風に顕著に表われておる。E→S，S→W 風の場合は当日に漁獲は増加するが，2日後は減少しておる。浦郷湾漁場では N→E 風の当日減少の傾向が強い。

Table 2. Number of Fishing Days Affected by Discontinuity and their Comparison by Chi-Square.

Designated day	Number of Fishing Days			χ^2	Significan Level	Remarks
	x_1	x_2	x_1-x_2		α	
−3	103	87	+16	1.34	0.25	
−2	125	77	+48	11.40	0.001	Significant
−1	102	109	− 7	0.22	0.75	
0	142	84	+58	14.88	0.001	Significant
+1	90	123	−33	5.10	0.025	Significant
+2	99	106	− 7	0.22	0.75	
+3	111	83	+25	3.16	0.10	

Read the notations alike as in Table 1.

Table 3. Number of Fishing Days Affected by the Wind Blowing Harder than 7BS and Their Comparison by Chi-Square.

Designated day	Direction of Wind	Number of Fishing Days				χ^2	Significant Level	Remarks
		Grand Total	x_1	x_2	x_1-x_2			
0	N→E	71	25	46	−21	6.22	0.02	Significant
+1			32	39	− 7	0.68	0.50	
+2			32	39	− 7	0.68	0.50	
0	E→S	16	13	3	+10	6.24	0.02	Significant
+1			5	11	− 6	2.24	0.20	
+2			4	12	− 8	4.50	0.05	Significant
0	S→W	54	35	19	+16	4.72	0.05	Significant
+1			22	32	−10	3.62	0.10	
+2			19	35	−16	4.72	0.05	Significant
0	W→N	250	125	125	0	0	0.99	
+1			91	159	−68	18.50	0.001	Significant
+2			138	112	+26	2.70	0.10	

Read the notations alike as in Table 1.

Ⅳ. 気温との関係

気温はその日の最低気温を以つて比較し，漁獲高の増減と同様に前日より上昇した日を＋，降下した日をで表わし，気温の－の日と漁獲高の＋の日，又はその反対に，気温の＋の日と漁獲高の－の日とが当日，及び翌日に於いて一致した時を－で表わして，両者の一致の程度が有意であるかどうかを，川上[6]に従って F −test した。結果を第4表に示す。気温が降下した日の翌朝の網に漁獲が増大することは，昭和 26 年度の中之島崎漁場に認められるが（$F_0 \geq F$），3ケ年の通計，又両漁場に就いては有意な結果は認められない。但，3°C 以上降下する場合は，翌朝漁獲は増大する傾向が有ると云える（第5表）。

考　　察

以上気象要因の中，低気圧，不連続線，風向及び風速，気温に就いてスルメイカ漁況との関係を統計的に調べたが，これらの気象要素は独立的に起るものでなく，相伴つて生起している。裏日本では冬季，低気圧が接近し隠岐島を通過して，能登半島～秋田方面に移動するにつれて，西高東低の気圧配置となり，猛烈な NW の季節風が連吹して荒天となる。定置網の漁獲高は低気圧の最も接近した日から1日後2日後の朝網まで減少する傾向が顕著であるが，これは低気圧の中心が秋田以東に移動する時間に大体一致しているから風向風力による作用と考えられる。事実，低気圧が隠岐島通過前は風力も通過後に比べて非常に弱く，漁獲の増減に関係はみられない。

スルメイカは元来その習性[1),7)]として，物に驚き易く，群棲を好み昼間は深層に潜伏しておるらしいが

Table 4. Relationship of Catch and Lowered Air Temperature in Saki Fixed-Net Ground with Comparison of Fitness.

Designated Day	Fishing Season (Nov.–Mar.)	N	a	b	n_0	pc	n_1	n_2	F_0	$\frac{n_1}{n_2}F(0.05)$	*Remarks*
0	1950-51	108	53	56	59	0.49	100	118	1.22	1.36	
	1951-52	132	77	59	67	0.49	132	134	1.05	1.36	
	1952-53	102	49	52	39	0.46	128	78	0.71	1.42	
	Total	342	179	167	165	0.49	356	330	1.17	1.22	
+1	1950-51	91	46	45	36	0.49	112	72	0.66	1.45	
	1951-52	122	75	54	70	0.48	106	140	1.43	1.34	Significant
	1952-53	101	53	49	47	0.49	110	94	0.88	1.39	
	Total	314	174	148	153	0.48	324	306	0.96	1.23	

Notations

0 : The day when the atmospheric temperature lowered from the day before.

+1 : The day following 0 day.

N : Total fishing days of the season in Saki fixed-net ground.

a : Number of the designated fishing days when the catch was greater than the day before either 0 or +1.

b : Number of the disignated fishing days when atmospheric temperature lowered from the day before either 0 of +1.

n_0 : Number of cases in which the lowered temperature coincided with the increased catch, and the increased temperature with the lowered catch.

pc : Expected value.

$n_{1\cdots 2}$: Degree of freedom.

F_0 : Fitness distribution fitted to N_1 and N_2.

These notations will be read alike in Table 5.

Table 5. Relationship of Catch and Air Temperature Lowered more than 3° C in Oki Island Area with Comparison of Fitness.

Designated Day	Fishing Season (Nov.–Mar.)	N	a	b	n_0	pc	n_1	n_2	F_0	$\frac{n_1}{n_2}F(0.05)$	Remarks
0	1950-51	62	36	23	34	0.49	58	68	1.01	1.53	
	1951-52	35	13	15	11	0.59	50	22	0.31	1.91	
	1952-53	54	25	26	27	0.50	55	54	0.98	1.53	
	Total	151	74	69	72	0.50	160	144	0.90	1.29	
+1	1950-51	48	22	23	20	0.50	58	40	0.69	1.66	
	1951-52	31	12	13	28	0.52	8	56	6.46	2.11	Significant
	1952-53	49	26	20	23	0.49	44	56	1.32	1.58	
	Total	128	60	56	76	0.50	106	152	1.43	1.34	Significant

Read the notations alike in Table 4.

薄暮黎明時には上層に浮び，活発な運動をするから風による波浪の発生如何は，スルメイカの游泳層に影響をあたえる。游泳層の深浅はスルメイカの主観的環境から警戒心，即ち運動範囲の表示とも考えられるから地形的にみて，浦郷湾漁場に影響が顕著となるのであろう。

風について Beaufort の風力階級で7以上吹いた場合は，風向にかゝわらず翌朝の漁獲が減少するのは先の理由によるものと考えられる。しかしながら W→N の風ほど顕著でないのは，風向頻度の小さいこと，風速[8]に対して波浪の生育が NW のものに比べて遅いことであろう。又，浦郷湾漁場に於いて N→E ものが吹いた当日の朝網の漁獲は減少の傾向があるが，その傾向は前日に作用された結果である。前日迄では大陸高気圧の可なり強い NW 風の吹き出しがあったが，黄海又は東支那海に低気圧が発生したため，風力は急に衰えて風向が NE に転じたことによるものと考えられる。又 E→S の風が吹いた当日の朝網に漁獲が

増大する傾向があるが，E→S の風は温暖前線の来襲前に吹き易く，その前日は NE の3程度の風である。

最も注目すべきことは，不連続線の接近に伴ない漁獲の増大することである。本稿では前線を一般的に不連続線としたが，これを温暖前線と寒冷前線に分けて考える必要がある様だ。温暖前線接近による場合は当然その前日は比較的風力も小であり，従って漁獲は増加するであろう。寒冷前線の接近の前には SW 風は相当強い筈で，漁獲は減少すべきであるが温暖前線に接して寒冷前線が接近するのが定石であり，この期間は比較的短時間であるので，明かにその差が表われて来ないのではないかと思う。不連続線の接近に伴ない漁獲が増大した場合はその大部分が平均風速 5 m 以下である。

気温との関係は 3°C 以上降下する場合に，翌朝の網に漁獲が増大する。気温の昇降は不連続線に伴なうものであり，降下は寒冷前線の通過によるものである事は前述の通りである。

要　　約

隠岐島周辺に於けるスルメイカを対象とする定置網5統について，過去4ケ年（昭和 25 年 10 月～29 年 3 月）の日々漁獲高と気象要因について調べた。

1) 低気圧が漁場に最も接近した日の，1日後及び2日後にわたつて漁獲は減少する。
2) 瞬間最大風速が Beaufort の風力階級7以上吹いた翌朝は，漁獲は減少する。
3) 気温が3°C 以上降下した翌期の漁獲は増大する。
4) 不連続線の接近は漁獲の増大をもたらす。

本研究を行うに当り，機会を与えられた神藤正場長並びに気象関係につき有益な助言，指導を給わつた浜田測候所長植田利政氏，西郷測候所長江尾誠一氏，及び小島定八郎氏，資料蒐集に当り尽力して頂いた橋本安信，瀬川利夫技師に対し，謹んで感謝の意を表する。

文　　献

1) 石井四郎：“隠岐近海産二番柔魚漁業基本調査報告”島根水試報告別冊，(1924).
2) 川名　武：“いか，まぐろ漁場海況調査総括”北水試旬報，230，('34).
3) 宮本秀明：“するめいかの漁況と海況”本誌，3，6，('35).
4) 成沢不二男，家久　了：“但馬のするめいかの漁況”本誌，7，3，('38).
5) 三谷文夫：“若狭湾西部漁場に於ける漁況学的研究—I”本誌，20，2，('54).
6) 川上太左英，山崎正幸：“日本海のブリの漁況”日水研記念論集，('52).
7) 諫早隆夫，川上四郎：“スルメイカの生殖習性に関する試験”北水試旬報，216，236，('33).
8) 徳田　譲：“西郷に於ける波浪予想について”大阪管区気象研究会誌，('50).

サバの耳石に顯われる輪紋に就いて

吉 原 英 吉
(東海区水産研究所)

On the Rings Appearing on the Otolith of one Form of the Japanese Mackerels

Eikiti YOSHIHARA

The rings of otolith were examined in age determination of the one form of the Japanese makerels, *Scomber japonicus japonicus* (HOUTTUYN), because the scales are almost completely rubbed off prior to the collecting of the fish.

1) The percents of the otoliths which show opaque or translucent margin for each month of the year are shown in table 2.

2) The relation between the fork length and otolith length is given by F.L=17.7R−9.1 (when F.L is fork length in cm, R is distance between the center of otolith and its anterior margin in mm)

3) The range and average of the fork length of each age group and the calculated fork length are shown in tables 3 and 4.

緒 言

サバ資源研究の基礎となる年令の査定を，耳石[1]に顯われる輪紋に依つて試みたので，その結果を報告する。材料は昭和 28 年2月より 10 月に至る期間に，大室出しを中心とする千葉・神奈川両県下の漁場で漁獲されたもの 269 尾 (Table 1) を用いた。本研究は，東海区水産研究所サバ資源科で行われているサバ資源研究の一部として行つたもので，材料の測定処理に当られた東海区水産研究所サバ資源科長阿部宗明博士並びに同科の諸氏に厚く感謝の意を表する。

Table 1. Locality and date of collecting of the specimens examined.

Date	Locality	No. of specimens	Range of fork length in cm
Feb. ? 1953	Katsuura	15	32.2～42.0
Apr. 9 〃	Tyoshi	7	26.2～37.8
〃 15 〃	Togawa	16	20.8～32.2
〃 30 〃	Ōmurodashi	13	28.9～39.1
May. 21 〃	〃	62	32.2～40.8
Jul. 2 〃	Tikura	80	28.8～39.5
〃 17 〃	Amatsu	4	27.8～30.7
〃 21 〃	Ōmurodashi	56	33.8～41.8
〃 31 〃	Tikura	10	28.8～35.5
Oct. 5 〃	Ōmurodashi	6	33.4～34.8

研 究 結 果

1. 耳石の形状と測定

サバの耳石は，後部に鏃状の突起を有する略と長方形で弓形に外側に彎曲している。下部は内側に凹んでいて，その周縁には花辨状の凹凸がある。耳石の中心は，下部の最も凹んだ点と上縁とを結ぶ線の略と中央に存在する。従つて，耳石の大きさの測定は，中心より前縁の中央部に向つて行つた。各輪紋迄の長さは，中心より各透明帯迄の距離をミクロメーター (1/15mm) で測定した (Fig. 1)。サバの耳石は，小さくて

1955 年 6 月 29 日受理 (印刷費負担) 東海区水産研究所業績 B 第 213 号

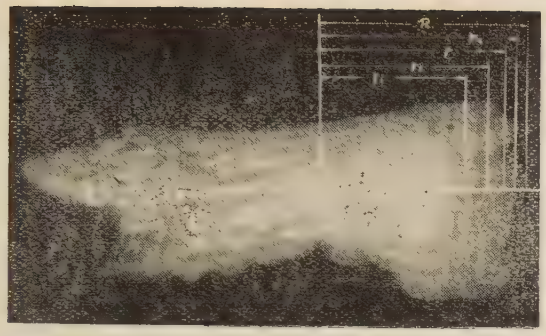


Fig. 1. Outer aspect of the otolith, and illustration of measurement.

Fig. 2. Method of taking-out of the otolith.

割れ易いので取り出し難いが，Fig. 2 の様に頭部をやゝ斜めに，眼の直後を通る様に切断して脳を取り除き，ピンセットで取り出した。輪紋は一般に明瞭なので，薄片にしなくても充分判読する事が出来た。本研究では，生の材料から前記の方法で耳石を取り出してよく洗い，耳石が充分ひたる位のキシロールにつけて観察した。透過光線では，透明帯と不透明帯がはっきりしないので，反射光線を用いて観察した。

2. 輪紋の形成とその形成時期

耳石に沈着する石灰質の量は，後部より前部の方が密で，輪紋も前部の方に明瞭に顕われている。中心部より外方に向って石灰質沈着の著しい不透明帯が続き，凡そ中心より 1.6mm 位の所に第一の透明帯が見られる。これより外側に向って不透明帯と，それよりやゝ巾の狭い透明帯が交互に配列されている。透明帯の中には，小さな細い条紋が認められるものもあるが，これは耳石全体にわたつておらず，不連続になつているので，輪紋として数えず，同心円的に明瞭に配列されている透明帯のみを輪紋として数えた。この輪紋の中心からの距離を WALFORD[2] の graphic method に従い，X 軸に r_n Y 軸に r_{n+1} をとつて輪群別に表わすと，Fig 3. の如く，どの輪群でも，それぞれよく一直線上に乗り，サバの輪紋形成は週期的に起ると推定される。

Table 2. Percent of otolith showing opaque or translucent margin for each month of the year.

Month	No. of specimens	No. of otoliths showing translucent	No. of otoliths showing opaque margin	Percent showing translucent margin
Feb.	15	10	2	66.7
Apr.	51	30	12	58.8
May.	62	19	36	30.6
Jul.	66	4	50	6.1
Oct.	6	0	5	0

輪紋形成の時期については，耳石の縁辺が，透明帯で終つているか，不透明帯で終つているかを，各個体について観察して，各月別に透明帯で終つているものの百分率を求めてみた，その結果は Table 2 の通りで，5 月から 7 月の間に，透明帯から不透明帯に移る最も大きな変化を示している。即ち，2 月・4 月の材料ではその 60% 以上が透明帯で終つており，5 月からは反対に不透明帯で終つているものの割合が多くなり，5 月の材料では 60% 以上，7 月の材料では 90% 以上がその縁辺に不透明帯が形成されており，10 月の材料では，その全部が不透明帯で終つていた。この結果から考察すると，サバの耳石に顕われている透明帯は，12 月から 3 月の間に形成されて，4 月から不透明帯の形成が始まり，11 月頃迄不透明帯の形成を続けて，冬期から透明帯の形成に移つて行くものと考えられる。即ちサバの耳石に顕われる輪紋は年 1 回形成される年輪と考えられる。各個体について，透明帯数を調べて各年令群の叉長範囲を求めると，Table 3 の様になる，1 輪魚 21～24cm，2 輪魚 26～34cm，3 輪魚 29～37cm，4 輪魚 35～39cm，5 輪魚 37～41cm，6 輪魚 39～42cm，7 輪魚 42cm，で，5，6 輪群は，その叉長範囲が可成り重なり合つている。これは高年魚になるに従い成長が悪くなる為であろう。高年魚については，なお検討するつもりである。

3. 輪紋形成時の計算体長

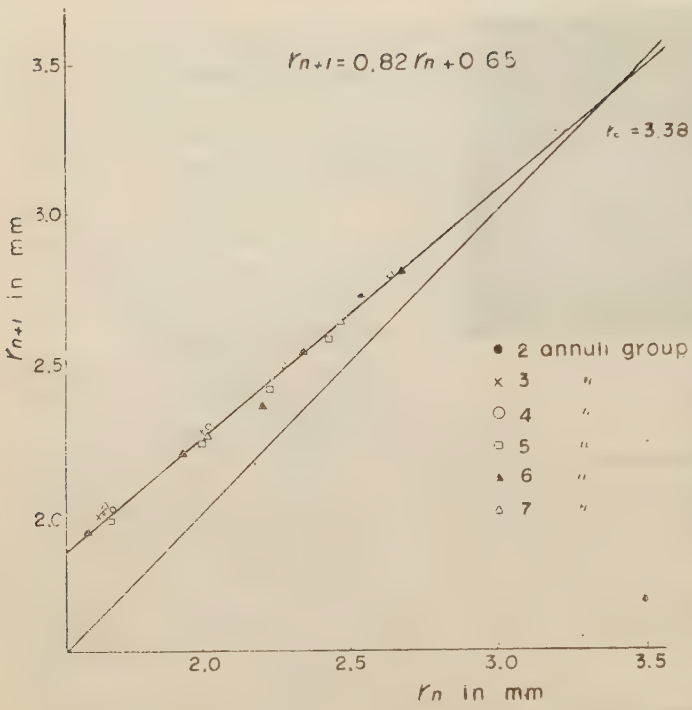


Fig. 3. Growth data in otolith plotted according to WALFORD'S method.

耳石の大きさと叉長との関係は Fig. 4 に示す通り，大きな相関が見られ，その関係は，F.L=17.7R −9.1 (FL…叉長 cm R…耳石の大きさ mm) の式で表わされる。各耳石について測定した耳石中心から各輪紋に至る距離の分布は，Fig. 5 に示す通りで，25,30, 34, 37, 39, 42 (1.15mm)の所に夫々山があり，その平均距離は Table 4, 5 の通りである。この値を上の式に代入して，各輪紋が形成された時の平均叉長を計算すると第1輪 20.4cm，第2輪 26.2cm，第3輪 31.0cm，第4輪 34.2cm，第5輪 36.6cm であった。この結果は，第4輪以上の高年魚については輪紋形成時の叉長が可成り接近した値となり，夫々別個の群としての意義が薄い様に思われるが，これは高年魚の材料が少なかつた為と，耳石の大きさと叉長との関係を直線として計算

Table 3. Range and average of fork length of each annuli group.

Annuli grop	No. of specimens	Range of fork length in cm	Average and standard deviation of fork length in cm
γ_1	6	21～24	21.5±1.39
γ_2	42	26～34	29.4±1.99
γ_3	69	29～37	33.2±1.71
γ_4	66	35～39	36.7±1.23
γ_5	39	37～41	3.91±1.18
γ_6	12	39～42	4.02±1.05
γ_7	1	42	42.0

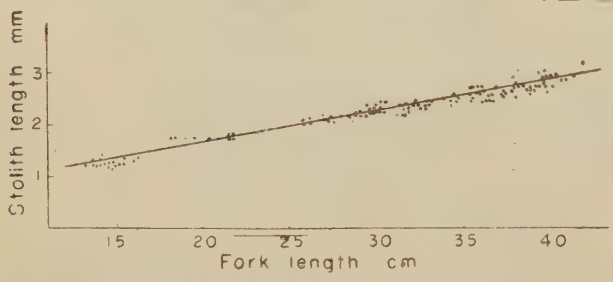


Fig. 4. Relation between the fork length and the otolith length.

した為であろうと考えられる。高年魚については，今後新たな材料を得て再検討する積りである。

以上，得た結果に基いてサバの年令を推定してみると，当才魚：20cm 以下 1才魚 20～26cm，2才魚 26～31cm，3才魚 31～35cm，4才魚 35～38cm，5才魚 38cm 以上となる。

要　　約

1) 昭和 28 年2月より 10 月に至る期間に，大室出しを中心とする千葉・神奈川両県下の漁場で漁獲されたサバ 269 尾を用いて，耳石に顕われている輪紋からサバの年令査定を行つた。

2) サバの耳石に顕われている輪紋は，透明帯によつて形成され，一般に明瞭で，キシロールにつけたま

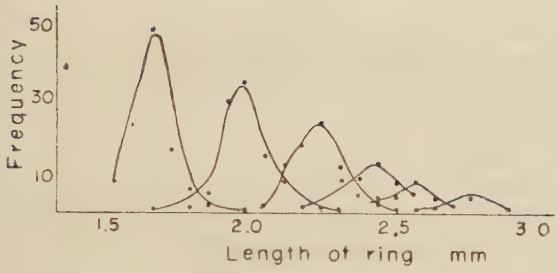


Fig. 5. Length of ring

ヽ反射光線を当てて観察した。

3) 輪紋（透明帯）は 12 月から 3 月の間に形成される。即ちこの輪紋は年輪と考えられる。

4) 耳石の大きさと叉長との関係は

FL=17.7R−9.1（F.L…叉長 cm、R…耳石の大きさ mm）で表わされる。

5) 耳石中心から各年輪迄の平均距離（r_1, r_2…r_6）は

r_1=25.01±1.15　　r_2=29.95±1.32

Tacle 4. Average length of rings of each annuli group. ($^1/_{15}$mm)

Annuli group	No. of specimens	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7
I	6	24.8						
II	18	25.1	30.0					
III	32	24.7	30.0	34.1				
IV	24	25.5	30.1	34.1	37.0			
V	13	25.1	29.2	33.3	36.1	33.5		
VI	7	25.0	30.8	23.4	36.9	39.4	41.9	
VII	1	24.0	29.0	33.0	35.0	28.0	40.0	42.0
ave.	101	25.0	30.0	34.0	36.6	38.8	41.6	42.0

Table 5. Mean (M) and probable error($\delta/\sqrt{n}$) of r_1～r_7, and calculated fork length.

item	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7
M±$\delta/\sqrt{n}$ ($^1/_{15}$mm)	25.01±0.407	29.95±0.303	34.01±0.274	36.61±0.294	38.76±0.330	41.57±0.56	42.0
L(cm)	20.4	26.2	31.0	34.2	36.6	39.9	40.5

r_3=34.01±1.53　　r_4=36.61±1.44　　r_5=38.76±1.19　　r_6=41.57±1.47

で年輪形成時の叉長（l_1, l_2…l_6）は（1/15mm）

l_1=20.4cm, l_2=26.2cm, l_3=31.0cm, l_4=34.2cm, l_5=36.6cm, l_6=39.9cm である。

文　献

1) Fitch, John E. : Calif. Dept. Fish and Game, Fish Bulletin 83, 1～73 (1951).

2) L.A. Walford : A new graphic mithod of describig the growth of animals. Biol, Bull. 90, 141～147 (1946).

チョウセンハマグリの生態について

茂野邦彦
（宮崎県沿岸漁業指導所）

Notes on the Biology of the Clam *Meretrix lamarckii*

Kunihiko SHIGENO

There are excellent harvesting grounds of "Chosen-hamaguri", *Meretrix lamarckii*, along the open coast of Miyazaki Prefecture. Shells of this clam are used to make the white "stones" used in the popular Japanese game of "Go", and the meat is greatly desired as food in the district. A study was made during 1953–1955 on some aspects of the biology of this clam, viz. habitat, spawning season, growth, movement and others. The results are summarized as follows:

1) This clam prefers the ocean water and is found on the sandy bottom in the water depths ranging from low tide mark down to 10 meters or more.

2) In the waters off Hyuga City, the spawning takes place between late July and late September.

3) The growth was estimated by Petersen's method with the following results: at the age of one year, 0.66±0.03cm. in shell length, at two years, 3.43±0.07cm.; and at three years, 5.07±0.07cm. About 9.8cm. is the maximum shell length usually encountered in this district.

4) Marking experiment was conducted for the purposes of clarifying the local movement of the clam and verifying the above-mentioned estimate of growth. As the mark, several spots were engraved with the electric drill on the surface of one of the shells of each clam. The number of these spots, in combination with whether they were engraved on the right or left shell, was to denote the size of the clam at the time of marking. 14912 clams were marked by this method and released on May 15–23 and November 7–9 in 1953, and 294 of them were recaptured until February, 1955. The result of this experiment indicates that the clam scatters, with the increase in age, toward off-shore and also northward along the coast. It was also shown that the foregoing estimate of growth was appropriate.

5) The relation between length and weight of shell was examined on the materials collected from two areas, off Hyuga City and Kitauramura, and the results for the two samples were compared, as shown in Fig. 6.

6) The shell of this clam shows on the umbonal region a pattern called the "umbonal mark" which consists of two short radial lines of dark colour (Fig. 7). This pattern is characteristic of this clam, and is not found in *Meretrix meretrix lusoria*.

宮崎県の沿岸にはその全域にわたつてチョウセンハマグリ *Meretrix lamarckii* DESHAYES が棲息しているが，群集をなしてみられるのは北部の北浦村阿蘇と中部の日向市及び南部の串間市市木地先である。その中でも日向市地先は棲息量が多いばかりでなく，日向の碁石始として知られた碁石材料の産地でもある。

従来ハマグリ *Meretrix meretrix* (GMELIN) に関しては多くの研究がなされているが，チョウセンハマグリについては報告が殆どなく，また本種は外洋に面した砂浜をなす沿岸に適当な増殖対象種と考えられるので，こゝでは宮崎県日向市地先のチョウセンハマグリを対象としてその生態について 1953 年 5 月から 1955 年当初までに調べた結果を取纏めて報告する。

この研究に際して東大大島泰雄教授及び国立科学博物館の滝爾博士より御指導をうけ，また沿岸漁業指導所の立中義徳技師には後半に於ける現地の調査に並々ならぬ協力を煩わすと同時に日向市からは調査のために種々便宜を計つて戴いた。こゝに心から謝意を表する。

1. 棲息場所の状況 チョウセンハマグリの生貝は専ら食用として漁獲され，碁石の材料には使用され

1955 年 6 月 18 日受理（印刷費負担）

ない。その材料は死殻であつて採取地域も生貝の漁場とは異る。こゝでは生貝の獲れる場所の状況について述べる。日向市地先の漁場の地形は第1図に示したように単調な遠浅な砂浜が連なり，塩見川・赤岩川によつて北部から南部に伊勢ケ浜，お倉ケ浜，お金ケ浜の三つに区分されている。塩見川は河口の巾が約 40m で，最深部の水深 1m 内外の川であり，赤岩川は巾 4~5m，水深 30cm 内外の小川である。後者の河口の位置は大波や降雨の後などに 200m 以上も南北に移動することがある。

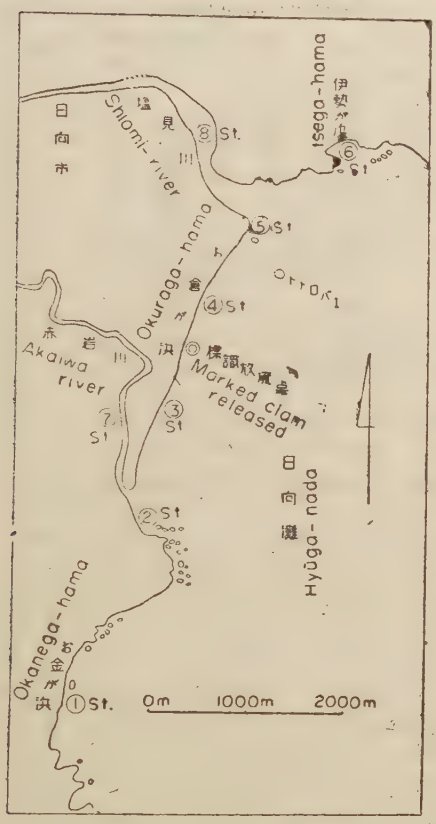


Fig. 1. Map of the clam bed.

Table 1. Particle size of the bottom sediment of the clam bed.

Sieve No.	1	2	3
Diameter of mesh	>3.00	3.00—1.00	1.00—0.50
Percentage	0	1.73	3.00
Sieve No.	4	5	6
Diameter of mesh	0.50—0.20	0.20—0.05	0.05>
Percentage	86.20	8.73	1.94

浜は外洋に直面して且つ遠浅であるため，汀線の近くでは大波が折れ返していることが多く，底質は第1表のように殆ど小砂ばかりで，礫は全く見られず，また泥土の含量も少い。水温については第2表に示してある。

Table 2. Monthly record of water temperature in the clam bed.

Date		Water temp.
1953		
May	15	20.2°C
June	15	21.5
July	9	21.2
Aug.	9	26.6
Sept.	7	26.5
Oct.	6	24.1
Nov.	5	22.8
Dec.	5	18.8
1954		
Jan.	6	17.0
Feb.	2	15.4
Mar.	2	16.5
Apr.	1	16.5

2. 貝類の群集組成　第1図に示したように三つの浜の海岸線に亘つてほゞ等間隔に6点，塩見川及び赤岩川の河口より約 300m 上流に夫々1点ずつ，合計8ケ所の採集点を定め，この各定点について1953年5月から毎月1回ずつ大潮の干潮時に貝類の群集組成を調べ，1年間継続した。調査には各定点ごとに大潮干潮線のところの底砂をスコップですくつて（深さ 5cm），直径 50cm，高さ 15cm のカナダライに3杯とり，これを 1mm 目の篩でふるいその中の貝類を採集し，計数及び殻長の測定を行つた。

調査の結果を綜合すると次のようになる（第3表参照）。この沿岸に於ける貝類組成の優先種はチョウセンハマグリとフヂノハナガイであり，他の種類は極めて少く，群集組成は単純である。優先種を除いた他の貝類の内訳は第4表の通りで微少な巻貝がその大半を占める。小形のフヂノハナガイを含めてこれ等が漁場に共存することによるチョウセンハマグリに及ぼす影響は無視してよいと考えられる。

チョウセンハマグリの最も多い地点は St. 2 で，St. 3 がこれにつぎ，お金ケ浜が最も少い。5月の St. 3 と6，7月の St. 2 に於けるチョウセンハマグリは，いずれも殻長 2~3mm の稚貝を主とし，これ等は後述のように前年夏に出生した群であると考えられる。St. 2 及び3は底棲生活に移行してから越冬した稚貝の蝟集区域と見ることができる。この区域に出現した上記の稚貝は秋になると減少し，その棲息密度は他

Table 3. Composition of shellfish population at each station.

Date \ Speceis / Station	*Meretrix lamarckii* 1	2	3	4	5	6	Total	Weight	*Donax semigranosus* 1	2	3	4	5	6	Total	Weight	Others Total
1953								gr								gr	
May. 11,13	3	219	1369	42	477	102	2212	53	2	31	97	33	12	6	181	33	15
June 15,16	5	2387	90	110	303	0	2500	149	0	8	6	32	25	81	152	45	0
July 9. 12	5	459	50	12	133	20	700	131	0	9	3	1	13	7	33	6	6
Aug. 7	0	202	46	18	51	18	355	191	0	10	233	134	40	2	433	111	7
Sept, 7. 8	0	281	17	15	64	12	389	113	1	9	15	12	25	5	67	16	45
Oct. 6. 7	0	34	9	17	51	29	140	214	3	2	17	6	63	0	96	7	0
Nov. 4. 5	1	78	0	11	71	29	190	133	0	4	30	3	4	2	43	34	0
Dec. 5. 6	0	88	16	13	2	0	119	97	0	2	71	56	16	0	145	35	0
1954																	
Jan. 5. 6	0	0	0	3	94	1	98	84	0	3	58	23	10	3	102	42	0
Feb. 1	0	70	9	9	8	39	135	123	4	9	25	16	2	1	57	27	16
Mar. 1,2,3	0	52	2	7	156	15	232	165	1	14	32	26	15	1	89	38	0
Mar. 30. 31	0	83	226	75	30	16	430	163	0	14	80	42	11	2	149	34	1
Total	14	3963	1834	332	1450	237	7830	1626	11	115	672	389	250	110	1547	423	84

Table 4. Shellfish species occurring in association with *M. lamarkii* and *D. semigranosus*.

St.	Species	Total
1	*Syrnola brunnea* (Adams)	5
	Donax kiusiuensis Pilsby	1
	Turbonilla sp.	1
2	*Syrnola brunnea* (Adams)	3
	Pyrene pumila (Dunker)	1
	Triphora sp.	1
	Terebra lischkeana Dunker	1
	Olivella signata Lischke	1
3	*Syrnola brunnea* (Adams)	7
	Terebra lischkeana Dunker	1
	Donax kiusiuensis Pilsby	1
4	*Olivella signata* Lischke	1
	Terebra bathyraphe (Smith)	1
	Terebra lischkeana Dunker	4
	Syrnola brunnea (Adams)	8
	Pyrene pumila (Dunker)	1
	Bittium sp.	1
	Odostomia sp.	1
5	*Syrnola brunnea* (Adams)	14
	Triphora melatera (Hervier)	1
	Pyrene pumila (Dunker)	1
	Barleeia sp.	1
	Eulimia sp.	1
	Odostomia sp.	1
6	*Syrnola brunnea* (Adams)	5
	Barleeia sp.	2
	Pyrene pumila (Dunker)	8
	Triphora sp.	3
	Bittium sp.	1
	Turbonilla sp.	1
	Olivella signata Lischke	2
	Triphora melantera (Hervier)	1
	Syrnola cinctella Adams	1
	Turbonilla mumia (Adams)	1

の地点と殆んど大差がなくなる（第3表参照）。即ち St. 2 は稚貝の発生場所であり，ここで発生した稚貝は成長に伴つて拡散，移動するらしい（後者の点については後で述べる）。なお重量による貝類の組成は少数であつても大形のチョウセンハマグリにより大きく変動するので，定点別の傾向は数量による組成によつて示される程その傾向は判然としない。たゞどの月に於てもチョウセンハマグリが常に優位を示している。

Table 5. Composition of shellfish population in the river.

St.	Species \ Date	14 May	16 Jun.	9, 12 Jul.	7, 9 Aug.	7, 8 Sep.	7 Oct.	5 Nov.	5, 6 Dec.	5, 6 Jan.	1, 2 Feb.	1, 2 Mar.	30 Mar.	Sum
7	*Corbicula japonica*	49	10	12	0	86	0	31	479	12	0	82	142	903
	Assiminea japonica	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Rissoalava sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
8	*Meretrix lusoria*	33	15	25	29	31	45	36	42	86	94	32	63	532
	Sanguinolaria olivacea	40	20	13	21	6	0	0	0	0	0	0	0	100
	Laternula kamakurana	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	Tellina juvenilis	4	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	Meretrix lamarckii	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Venerupis semidecusata	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	4
	Mactra veneri formis	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Donax semigranosus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Donax kiusiuensis	3	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	Loripes pisidium	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Assiminea japonica	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Clithon sowerbianas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

赤岩川（St. 7）と塩見川（St. 8）で行つた調査の結果は第5表の通りであり，赤岩川では殆んどヤマトシジミ（*Corbicula japonica* PRIME）のみの単純な組成を示し，塩見川では内湾性のハマグリを主として全部で 12 種の貝類が採集されその組成はかなり複雑であつた。塩見川の中で5月 14 日の調査にチョウセンハマグリ4個が採集されたが，いずれも殻長 2mm 前後のものであり，川の中ではこの時の調査以外には全く採集されなかつたし，常に土地の人の採集物を注意したがこの貝はいつも全く認められなかつた。一方内湾性のハマグリは外海では全く発見されなかつた。従つてチョウセンハマグリとハマグリとは河口を境にして棲み分けているということができよう。なお塩見川の中にはハマグリの他にアサリ，シオフキ，イソシジミ，ソトオリガイ，ユウシオガイ等も棲息し，内湾に於ける組成と同様である。同時に採集した微小な貝の内訳は第5表の通りである。赤岩川ではヤマトシジミと共に僅か3個の微小な巻貝が採れたのみであつた。

3. 産卵期　産卵期の調査には，汀線より 10m 以上沖合で大形（殻長 4cm 以上）のチョウセンハマグリを採集し，検鏡して卵及び精子の形成をみて成熟度を調べた。その結果を綜合すると次の通りである。5月中旬の調査では雌雄の判定ができる個体はあるが，大部分のものが未成熟で，6月になると生殖巣はやゝ肥大し，7月に入ると完熟の個体が認められ，8，9 月には大部分のものが完熟の状態と認められた。10 月の調査は欠けているが，11 月初旬には総ての個体が放卵後と考えられる状態であつた。それ以後4月上旬までの引続いた調査で生殖巣の成熟した個体は全く見られなかつた。この結果は 1953 年も 1954 年も大差がなかつた。

本種の産卵期について CAHN, A.R.（1951）は6～8月と記載しているが，宮崎県下では上述のようにそれは早くとも7月に始まり 10 月には終り，盛期は8，9月と考えられる。しかも産卵は年1回行われる。この時期の水温は第2表に示す通りであつた。

最少成体　生殖巣に卵又は精子が認められた個体の中，これまでの調査で最も小形の個体は殻長 41mm（♀．5月中旬採集）であつた。この程度の大きさの貝は後述するように生後2年9ケ月を経たものであり，

* この調査で採集されなかつた種類ではあるが，外海にはソメタガイ，ワスレガイ，アカガイ等が棲息しており，塩見川にはオキシジミもいる。

産卵期が8，9月であるからチョウセンハマグリは生後4年目に成体となると考えてよいだろう。

4. 成　長　1953年5月に前記（2）の各定点で採集した材料により殻長の頻度分布を調べたところ，1～2mmにモードをもつ稚貝の1群と27～28mmにモードをもつ他の1群とのいずれも単純な分布型を示す2群が認められた。前者を第1群，後者を第2群としてこの2群の平均殻長の増加を毎月の調査によって追跡した（第2図参照）。但し測定を始めた頃，第1群と第2群の殻長の分布縁は明確に離れていたが，約1年以上この測定を続けるうち次第にその分布縁が重なり，また翌年7月（第15回目）の調査の後には沿岸の浅所に於ける定点では第2群が採れなくなつたので，爾後の成長については標識放流（後述）の結果により補足することゝした。

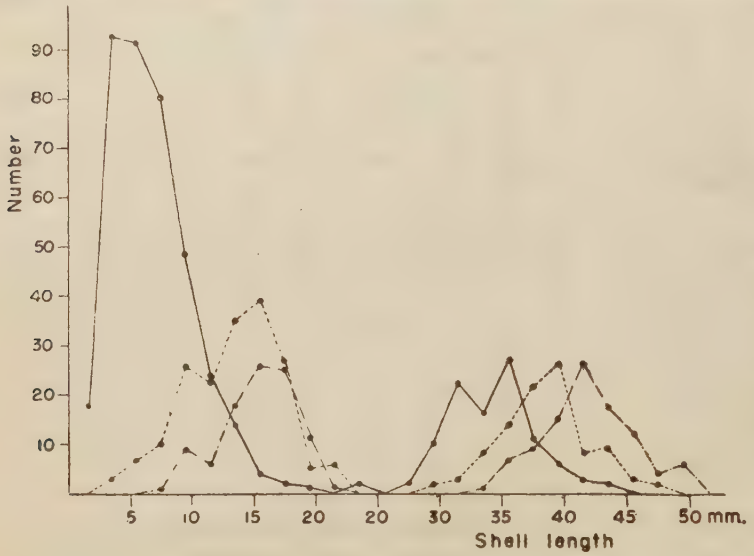


Fig. 2. Frequency distribution of shell length.
——September, ……November, -•-•- January.

上記のやり方で各群について平均殻長を計算した結果は第6表の通りである。また毎月の各群について追跡した平均殻長の増加の状態を示すと第3図のようになる。前述（3）のように本種の産卵期は8，9月であり，産

Table 6. Growth of *Meretrix lamarckii*.

Date	1st age-group		2nd age-group	
	Shell length (mm.)	Number of clam examined	Shell length (mm.)	Number of clam examined
1953				
May 13	1.5	2200	27.7±0.6*	178
Jun. 15	3.5	2896	28.3±0.7	110
Jul. 9	3.5	690	29.3±0.9	97
Aug. 9	5.1	317	34.4±0.6	124
Sep. 8	6.6±0.3	376	34.3±0.7	99
Oct. 6	10.6±0.8	129	36.7±0.5	210
Nov. 6	13.3±0.6	181	38.4±0.7	97
Dec. 5	14.7±0.6	115	38.7±0.8	91
1954				
Jan. 6	15.3±0.6	96	41.9±0.7	97
Feb. 2	14.8±0.5	125	42.4±0.6	163
Mar. 3	15.7±0.5	168	43.3±0.5	223
Apr. 1	15.6±0.5	132	43.7±0.8	118
May 12	21.1±0.6	124	48.9±0.5	471
Jun. 16	25.7±0.7	113	49.2±0.8	159
Jul. 16	34.7±0.5	211	50.7±0.7	159
Aug. 29	36.1±0.5	206	—	—
Sept. 30	35.4±0.8	131	—	—

*: Confidence limit at 95 % level.

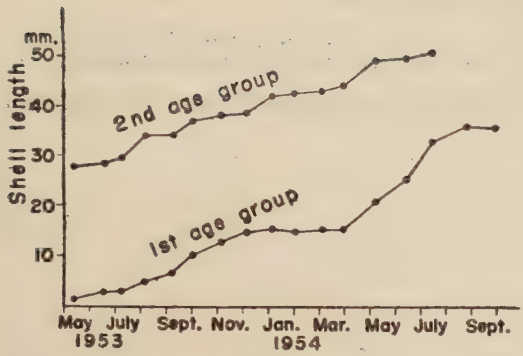


Fig. 3. Relation between shell length and age.

卵は年1回行われるのであるから，これが正しいとすると 1953 年5月の頻度分布に認められる第1群即ち St. 2 附近で多数採集される殻長1～2mm の稚貝群は前年の夏に生まれたものと考えてよいだろう。従つて9月を基準にとると，第3図が示すようにこの第1群は9月(1953)に満1年となり，その時の平均殻長は 6.6±0.3mm となる。この第1群は翌年(1954)の8月29日即ち3年目の夏には殻長 36.1±0.5mm に達した。第1群と同時に測定した第2群は9月(1953)に殻長 34.3±0.7mm の大きさであつたので，第1群が翌年の9月には前年の同時期に調べた第2群の大きさに成長すると考えてよかろう。この第2群は翌年(1954)の7月 16 日には即ち生後4年目の夏の初めには殻長 50.7±0.7mm に達した。

冬季には成長速度が低下し，4月頃より急速な成長を示すことも第3図から推察することができる。また産卵期について述べた際触れた殻長 41mm（5月中旬採集）の最小成体は第2及び5図によつて第2群の小型個体であり，且つ生後約2年9ケ月を経たものであることも判る。

これまで著者が採集した生貝の中で最大の個体は殻長 98mm であつた。なお碁石の材料として採取されている死殻の大きさは 7～9cm 程度のものが多いようである。

5. 標識放流の結果——移動と成長　成長に伴う移動と前記の成長についての推定を確認するために次の方法で標識放流を行つた。標識方法については第4図の如く，左右何れか一方の貝殻の表面に電気ドリルで1乃至 10 個の浅い点を彫刻し，点の数と左右何れの貝殻に彫刻されているかによつて放流時の殻長を知るように考慮した。第7表のように，6ケ月おきに3回の放流を行つたが，各放流時のものを区別するために，第2回のものは殻頂附近に1個，第3回のものは2個の点を他の点と離して余分に彫刻しておいた。放流に使用した貝の総数は 14,912 個で，何れも第2群即ち生後3年目のものである。放流地点は3回とも同一であり（第1図参照），大潮干潮線より 10m 沖合の水深 30 cm 前後のところであつた。放流後は暫く殻を閉じたまゝ波に動かされ，半径約 15m の拡散を行うまでの間（約 20 分）には全部砂中に潜入した。なお，採捕には潜水器の使用を試みたが，波浪が高く困難であるためマンガを曳いて行つた。

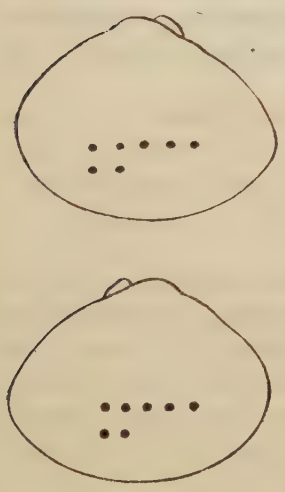


Fig. 4. Method of marking.

Table 7. Summary of marking experiments.

Date marked	Number of clams	
	Marked	Recaptured
1953		
1. May 15—23	9353	225
2. Nov. 7— 9	2859	47
1954		
3. May 16—22	2160	22
Total	14912	294

放流総数 14,912 個の中，1955 年2月までに 294 個が再捕され，この間の再捕率は約2％であつた。

再捕された場所の分布は第8表に示した通りであり，放流点を中心として半径 200m の円のなかで最も多く再捕されている。又放流地点より沿岸ぞいに北方と南方とでは再捕のための努力に大差がなかつたと考

Table 8. Movement of the marked clams.

Date released	Days elapsing	Distance from the spot of release to that of recapture (m)											
		0 ～ 15	16 ～ 99	100 ～ 199	200 ～ 299	300 ～ 399	400 ～ 499	500 ～ 599	600 ～ 699	700 ～ 799	800 ～ 899	900 ～ 999	1000 ～ 1099	1100 ～ 1199
1953 May 15～23	47		5											
	78	41	58	3		5	1							
	108						1	2						
	118			1										
	136				1									
	167	4	6	2	14	3	3	6	6	3	2			1
	196	1												
	229			1	1									
	255		3	2										
	293			2										
	359			2		1	2		3	2		1		
	389				1									
	419			2										
1953 Nov. 7～9	27	32												
	60			1										
	86			1										
	144		1	1										
	189			1				1						
	193			1										
	220					1								
	230	1		3										
1954 May 16～22	25		4		2									
	55	4		10										

えられるのであるが，北方で再捕されたものが遙かに多かった。* 移動距離の最大は 1165m（6ケ月後）であり，5月に放流したものでは6ケ月に平均 380m の移動を示した。11 月に放流したものは再捕個体数もまた移動距離も前者と比較すると少なかつた。なお，9 月に 100m 沖合の水深2尋の所で潜水器により放流後4ケ月目の個体1個が再捕された。

本種が成長につれて沖合に移動することは浅所では殻長 50mm 以上の個体は多く採集されないこと，及び沖合（小倉ケ浜，150m 沖，2尋，9月 18 日潜水採集）では第5図に示すように殻長 40mm の個体が最も多く，60mm 以上の個体も少くなかつたことからも知ることができる。

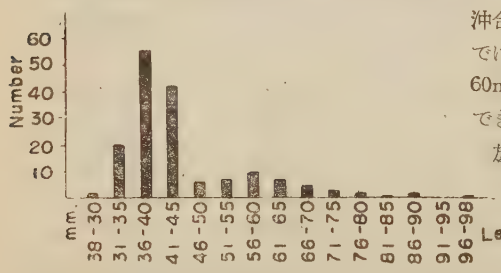


Fig. 5. Shell length distribution of the clam, *Meretrix lamarckii* collected by diving at Okuraga-hama September 18, 1954 (150m. off shore ; water depth, 2 fathom).

放流時と再捕時の殻長の間には放流期間に応じてその増大が認められ（第9表参照），その結果は前述の頻度分布から求めた成長度ともよく一致する。最も長期間を経て再捕された個体は 1953 年5月に殻長 30mm で放流され，約1年9ケ月（627日）を経過した 1955 年2月に殻長 60mm（生後約 3.5 年と推定）に達したものであつた。

6. 殻長と殻重との関係　宮崎県沿岸にはチョウセンハマグリが広く分布しているが，地域的に殻の厚みに変異が見られる。日向市地先の碁石蛤が碁石の材料として良材であるのは殻が他の場所に比べて厚いからであるが，今日向市と北浦村阿蘇地先の生貝について殻長と殻重の相対成長を比較してみると，第6図の結果になる。即ち阿蘇の貝は日向市のそれと比較して同じ殻長のものでも殻重が軽く，即ち貝殻の薄いことを示している。また殻幅についても阿蘇の方が僅かではあるが小さく，馴れゝば一見して両者を識別できる。南部の市木地先の貝も阿蘇のものに似て殻が薄い。

* 放流点から 200mm 以上離れたところで再捕されたものについてみると，南方では約 500m 離れた地点で僅か1個がとられているにすぎない。これに反して北方では，57 個の標識貝が放流点より 200m 以遠で再捕されている。

Table 9. Increase of shell l

Date marked	Range of original shell length		Days elap									
			25	27	47	55	60	78	86	108	118	136
1953 May 15~23	21	22mm			1.14 (2)			1.28 (5)				
	23	24			1.17 (1)			1.26 (18)		1.33 (1)		
	25	26						1.22 (32)				
	27	28			1.11 (2)			1.20 (44)				
	29	30						1.16 (23)		1.20 (2)	1.31 (1)	
	31	32			1.10 (1)			1.14 (9)				1.37 (1)
	33	34						1.14 (9)				
	35	36										
1953 Nov. 7~9	31	32		1.02 (2)					1.13 (1)			
	33	34		1.02 (3)								
	35	36		1.03 (5)								
	37	38		1.03 (6)								
	39	40		1.03 (8)					1.09 (2)			
	41	42		1.03 (4)			1.05 (1)					
	43	44		1.03 (4)								
	45											
1954 May 16~22		40			1.12 (1)							
	41	42	1.05 (1)		1.03 (3)							
	43	44	1.05 (1)		1.07 (1)							
	45	46	1.04 (1)		1.07 (4)							
	47	48	1.03 (2)		1.08 (2)							
	49	50			1.07 (3)							
	51	52	1.04 (1)		1.06 (1)							
	53	54			1.08 (1)							

Nete: The shell length at recapture is expressed in terms of its ratio to the original shell l

ngth in marked clams.

sing between marking and recapture

144	167	189	193	196	220	229	250	255	293	359	389	419	627
	1.60 (3)					1.81 (1)							
	1.51 (5)								1.71 (1)	1.91 (3)		2.00 (1)	
	1.46 (16)			1.50 (1)				1.65 (4)		1.92 (6)		1.81 (1)	
	1.42 (7)							1.68 (1)		1.80 (2)			
	1.35 (12)					1.34 (1)				1.66 (2)			2.00 (1)
	1.37 (4)								1.44 (1)				
	1.40 (3)										1.59 (1)		
	1.29 (1)												
							1.28 (1)						
			1.30 (1)				1.40 (1)						
1.14 (1)		1.33 (1)			1.40 (1)		1.34 (1)						
1.19 (1)							1.35 (1)						
			1.24 (1)										
		1.22 (1)											

ength. Number of clams examined is given in ( ).

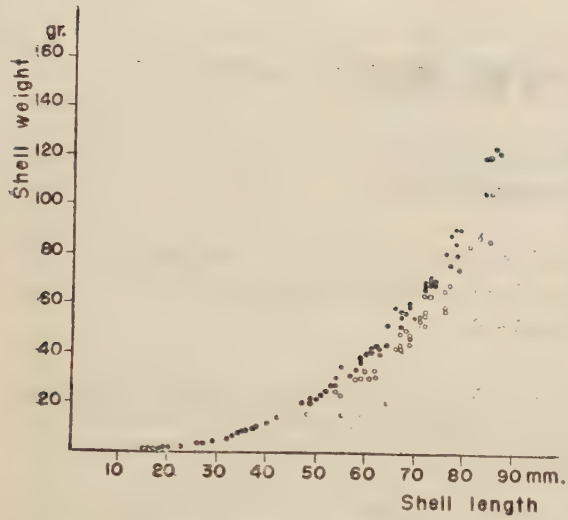


Fig. 6. Relation between shell length and weight.
○……Samples from Kitauramura
●…… Samples from Hyuga City

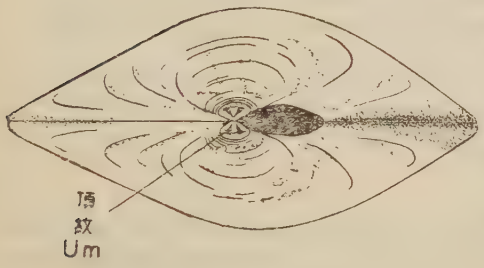


Fig. 7. Dorsal view of the clam, showing the umbonal mark, Um.

7. 頂紋　チョウセンハマグリでは第7図の如く，左右両殻の殻頂部にそれぞれ2本づつ計4本の放射状の，長さ2mm前後の紋様を持つたものが多く，稀にこの4本の紋様の中幾本かが欠けていたり，痕跡程度に不鮮明のものや全く欠けているものもあるが，これ等の場合は僅少である。この紋様をこゝでは頂紋（Umbonal mark）と名付けたが，調査した 200 個体中，頂紋を有するものは 173 個で，他は不鮮明か欠けているものであつた。

この頂紋は貝が成長しても消失しない。内湾性のハマグリにはこの種の頂紋をもつていないばかりでなく，殻頂附近の殻皮は成長に伴つて一般に白くはげてしまう。従つてチョウセンハマグリの形態上の特徴として両者の識別に役立つであろう。

要　約

宮崎県日向市沿岸のチョウセンハマグリについて，1953年5月から 1955 年2月に至る間，その生態について研究を行つた。

（1） 本種は外海に面した砂底の水域に棲息し，川口を境としてハマグリと完全に棲みわけている。漁場に於ける共存貝類の組成は単純で本種が最優位を占める。

（2） St. 2 附近（第1図参照）は春期に於いて稚貝の蝟集区域であり，この稚貝は秋頃までに拡散してしまう。

（3） 産卵は早くとも7月から始まり 10 月には終り，年に1回行われる。産卵盛期は8，9月である。最小成体は殻長 41mm で満3年で成体となる。

（4） 1952 年に生まれた群は満2年で平均殻長が 34.3±0.7mm，満3年で 50.7±0.7mm に成長すると推定された。標識放流の結果によると生後3年6ケ月で殻長 60mm に達した。

採集された貝のうち最大形は殻長 98mm であつた。

（5） 前述のように St. 2 附近に発生した稚貝は成長するに従つて拡散移動し，この地点を中心に水平的には北方に移動する傾向が強く，垂直的には沖合に移動する。標識放流によつて最もよく移動した例は6ケ月間に 1,165m であつた。

（6） 殻長と殻重との関係を調べた結果，同じ殻長のものでも地域的に殻重が異なり，日向市地先の貝は殻が重い，即ち殻が厚い。

（7） チョウセンハマグリの殻頂に認められる放射状の紋様（著者はこれを頂紋と名づけた）はハマグリには認められない。従つて両者を区別する一つの特徴として挙げ得る。

文　献

1) A.R. Cahn: "Clam culture in Japan", G.H.Q., Natural Resources Section, Rept. No. 146 (1951).

アサクサノリ胞子の付着と海況について—I.*

齋藤雄之助
(東京大学農学部水産実験所)

On the Relation between the Appearance of Spores of the Laver (*Porphyra tenera*) and the Environmental Conditions—I.

Yunosuke SAITO

It is said that the autumnal appearance or settlement of the spores of the laver (*Porphyra tenera*) are greatly affected by the hydrographical or atmospheric conditions. With a view to resolve this problem following experiments and observations were made for four years from 1951 to 1954 in Ise Bay.

1) Daily collection and enumeration of the spores floating in the sea, from late September till early October.

2) Setting the bamboo twigs daily in the sea for about a month from late September and enumerating the germlings appeared on them, ten days after setting up the twigs.

3) Daily measuring the variation in the vertical distribution of the temperature and chlorinity of sea water at various depths in about 1—2 metres interval from the surface to the bottom up to a depth of 6 meters at high tide. In the meantime, the diurnal mean range of tides was computed from the records of Nagoya Harbour as obtained by the tide gauge.

As a result obtained from the above experiments and observations, it is suggested that the spores of the laver are apt to get afloat in large masses for one to five days after the occurrence of such vertical turbulance in the sea water as those which might have been raised by wind or tidal movement.

愛知県知多郡旭町ノリ漁場に於けるアサクサノリ胞子の付着と海況の関係については藤山らが 1949 年以来研究[5),6)] を行っていたが，引続き同漁場沖合の定点において，9 月下旬から 1 ケ月間，毎日満潮時に底層より表層まで (昭和 26 年度：−6 m，−4 m，−2 m，0 m，27 年度：−4 m，−3 m，−2 m，−1 m，0 m，23，29 年度：−3 m，−2 m，−1 m，0 m) の水温や塩素量の測定を行い，また海苔場内で表層と底層 (水深 2 m) の海水中からとつたノリ胞子数を調査したり[1),3)]，同時に連日たて込んだヒビ上に着生したノリ発芽体の数量を調べ，更に名古屋港検潮儀の記録で毎日の平均潮差を求めて，ノリ胞子の浮上，着生と海況との関連を検討した。

I 観測並びに胞子定量結果

昭和 26，28，29 年の海況観測結果，平均潮差，浮上胞子量，付着胞子数を夫々，第 I，II，III 図に示した。こゝに潮差は，毎日 3—4 回の満干潮位の差を平均した値，浮上胞子量は各日の採水瓶中[3)] (6—10 本) の最高値を 1 立当りに換算した値，風力は海洋気象観測法による風力階級に従つて，夫々表わした。昭和 28，29 年度には垂直にたて込んだ割竹ヒビを 10 日後に取上げて着生した発芽体数を付着層全域 (約 60 cm²) について計数し，ヒビ 1 本当りの平均値で示した。

海況と胞子浮上状況

これ等の結果からみて，水温は 9 月下旬，10 月上旬と段階的に 2 回の降下がみられ，その垂直分布は 9 月下旬第一段の降下が見られるまでは各層とも 25°C 以上が多く，かつ上層が高くて下層になるに従つて低い

1955 年 6 月 18 日受理 (印刷費負担.)

* 東京大学農学部水産実験所業績，一部は昭和 27 年 4 月，日本水産学会大会で発表した。総合研究「アサクサノリ胞子の集積と浮上に関する生態研究 (代表者，新崎盛敏)」分担研究の一部.

が，その後はこの分布が逆となり，不安定な状態で，各層の値は 22～24°C となる。第二段の降下後は，この分布で各層の値は 20～22°C となる。塩素量についてみると，木曾川，揖斐川等，伊勢湾奥部の河川の影響が大きく，表層は僅かの降雨によっても低下するので一般に低くて変化が甚しい。底層は一般に高いが昭和 29 年は特異な現象を示し，10 月初旬まで低かつた。各年共，北乃至西の強風の日や，その後 2，3 日間，また強風でなくとも潮差の大きい日には，水温，塩素量の各層の値が近接した海況が見られ，海水の上下層，特に下層に於て攪乱を生じ，成層の崩れが現われたと考えられる。浮上胞子は，昭和 26 年には 9 月 27 日～30 日と 10 月 4 日～11 日の 2 回に多く現われ，28 年には発芽体の着生よりおして，9 月 26～28 日と 10 月 7 日～12 日に，29 年には 10月 6 日～15 日に多かつたものと推定される。これらの期間は，何れも前記の海況が現われた 1～5 日後に当つて居る。

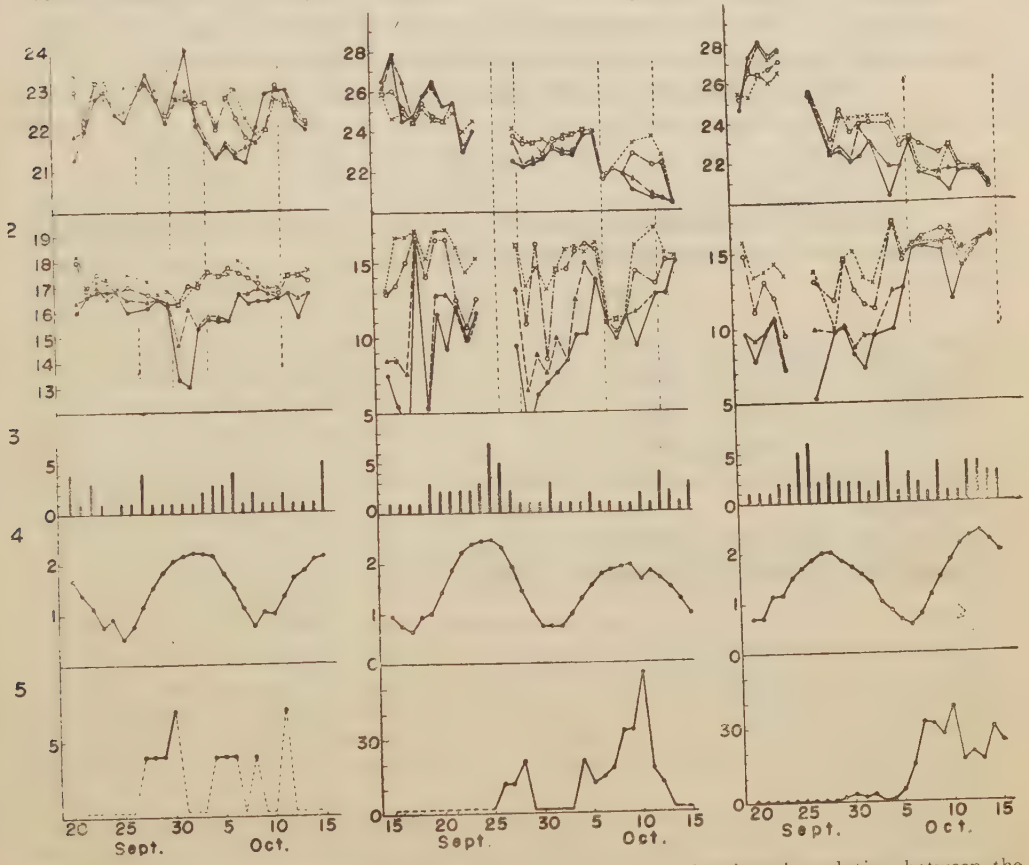


Fig. 1. A diagram showing the relation between the hydrographic and atmospheric conditions and the appearance of the spores (in 1951).
1. water temp. (°C).
   ●—● surface, ▲---▲ −2 m
   ○-•-○ −4 m, ×·····× −6 m
2. chlorinity (cl‰).
3. wind-force, denoted by the class number of wind-force.
4. diurnal mean range of tides (m).
5. number of the spores which were collected by the sedimentation-method (n/1).

Fig. 2, 3. A diagram showing the relation between the hydrographic and atmospheric conditions of the sea and the appearance of the spores. (in 1953, 1954).
1. water temp. (°C).
   ●—● surface, ▲- -▲ −1 m,
   ○-•-○ −2 m, ×---× −3 m.
2. chlorinity (cl‰).
3. wind-force.
4. diurnal mean range of tides (m).
5. number of the germlings which appeared on one twig (counted on 10 days after settling).

II 考　　察

当地のアサクサノリでは，9月下旬～10月上旬のたて込み当初に着生する胞子は少いのであるが，この胞子からの発芽体が 0.1～1 cm 位に伸長する間に多量の単胞子を放出するので，後に急激な芽の増加を示す特性がある。従つてたて込み期に浮上する胞子数が少いため，沈澱定量法では胞子浮上の時期及びその最盛期を正確に知る事は困難であるが，大体に於て，当初の胞子が多量出現する時期がたて込み適期と考えられ第 1，2，3 図に示す如く海水に上下層の攪乱を生じ，成層の乱れを生じた日（しかし，少くとも水温 24°C 以下，塩素量 10‰以上の時にこの現象の現れた日）より 1—5 日後に胞子の多量出現があると考えられる。この海水の上下層の攪乱は，海苔養殖場の如き浅海に於ては風浪及び大きな潮汐流の個々によつて，又はそれらの合成作用によつて促進される事が考えられる。これ等の結果からヒビたて込み期を予察するためには水温，比重の観測と共に，気象，潮汐の関係を考慮して，海水の上下層の攪乱を知る必要があろう。昭和29年は海水中に浮游する胞子の定量法に代え，コンコセリスの穿入したカキ殻を海中に垂下し，毎日取上げて，コンコセリスから放出される胞子数を調べ，胞子数と海況，ヒビの着生芽数との関係[8]を調査したが，放出胞子数と着生芽数との間に明らかな相関は得られず，コンコセリスからの放出胞子数によつてヒビの建込期を知る事は未だ困難と考えられた。この点については更に検討を加え，実験を続ける予定である。

終りに，御指導を賜つた東大助教授新崎博士，御助言下さつた東海区水研須藤博士，広島大助教授藤田氏，並びに検潮記録を貸与下さつた名古屋港管理組合熊田氏に深謝する。

文　　献

1) 須藤俊造：本誌，**13**（5），(1948).
2) 藤田外2名：〃　**15**（9），(1949).
3) 須藤俊造：〃　**15**（11），(1950).
4) 〃　：〃　**16**（4），(1950).
5) 藤山虎也：口頭発表，日本水産学会大会，(1950).
6) 藤山外2名：〃　〃　(1951).
7) 山崎浩：本誌，**18**（9），(1953).
8) 斎藤雄之助：口頭発表，日本水産学会大会，(1955).

海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—IV.
海洋性硫酸塩還元細菌の榮養について(その 1)

木俣正夫・門田 元・畑 幸彦
(京都大学農学部水産微生物学研究室)

Studies on the Marine Sulfate-reducing Bacteria—IV.
Nutritional Requirements of Marine Sulfate-Reducing Bacteria (1)

Masao KIMATA, Hajime KADOTA and Yoshihiko HATA

In the previous paper, it has been reported that the population of sulfate-reducing bacteria in the bottom mud and the sulfides content of the bottom mud were directly correlated with the concentration of utilizable organic matter in the mud.

In the present study, the authors attempted the experiments concerning the nitrogen requirement of marine sulfate reducers, with the aim of elucidating the relation between the organic matter and the bacterial production of sulfides in the mud.

1) In order to determine the source of nitrogen available to these organisms, various organic and inonganic nitrogenous compounds were tested using the basal medium (Medium 3).

The results obtained are given in Tables 1 and 2 and may be summarized as follows :

(a) In the case of the pure cultule, these organisms could grow well in the medium containing the complex organic nitrogenous compounds such as peptone, but could not in the medium containing a kind of simple nitrogenous compounds, such as inorganic salts or amino acids, as a sole source of nitrogen.

(b) In the case of the crude culture, these organisms could grow in the medium containing a variety of organic and inorganic nitrogenous compounds tested, excepting KNO_3, KNO_2, L-aspartic acid, and L-cysteine.

From these results, the marine sulfate-reducing bacteria seem to require necessarily the complex organic nitrogenous compounds such as peptone for the growth. In the case of crude culture, it must be considered that the complex nitrogenous compounds produced by the action of the coexistent bacteria were utilized for the growth of the marine sulfate-reducing bacteria.

2) The growth response of marine sulfate-reducing bacteria to varying concentrations of peptone which was added, as a sole source of nitrogen, to the basal medium (Medium 3) was studied.

The results obtained are as shown in Tables 3 and 4. These results indicate that in the case of the pure culture, the marine sulfate-reducing bacteria could develop in the presence of very minute quantities of peptone (about 1×10^{-3} g./L.) and that although the peptone was the essential nutriment for the growth, it could be replaced by the small amount of the preculture of these organisms (about 2 loops per 7 cc.).

These results probably suggest that the peptone and the preculture may be utilized for the growth of these organisms as the source of the accessory growth factors rather than as the nitrogen source.

3) When peptone was provided for the growth of marine sulfate-reducing bacteria as sources of both nitrogen and carbon, these organisms could not grow when the concentrations of peptone were lower than 0.1 g. per litter (Table 5).

This result suggests that the marine sulfate-reducing bacteria must require extraordanarily higher concentrations in carbon source than in nitrogen source for the growth.

1955年2月24日 受理

From the above mentioned facts, it is considered that in the bottom mud of the sea an important factor limitting the multiplcation and the activity of sulfate-reducing bacteria is the concentration of the organic matter which can be utilized as the carbon source for the growth of these bacteria, but not the concentration of the organic matter as the source of nitrogen.

第1報[1]に述べた如く，温度，pH 及び塩分濃度等の環境条件に大差の無い沿岸海域の海底泥土中においては，硫酸塩還元細菌数及び硫化物含有量の分布と，可利用有機物濃度の分布との間に密接な相関々係が存在する。従つて，このような海域における硫化物生産の activity を支配する最も大きい要因の一つは，硫酸塩還元細菌にエネルギー源又は窒素源として利用され得る有機物の濃度であると考えられる。

本報においては海洋性硫酸塩還元細菌による硫酸塩の還元，即ち硫化物の生成過程における有機物の役割を明かにすることを主な目的として，この細菌の栄養，主としてその窒素源に関して二，三の基礎的実験を試みたので，その結果を報告する。

実　　験

(1) 海洋性硫酸塩還元細菌の窒素源としての無機化合物について

先ずこの細菌が窒素源として無機化合物を利用し得るか否かを明かにするため，窒素源を含まない Medium 3 を基礎培地とし，これに窒素源として $(NH_4)_2SO_4$，NH_4Cl，KNO_3，又は KNO_2 を夫々 1 g/L の割合に加え，これら各々に Medium 1[1] で 3日間 30° C で前培養した粗培養又は純粋培養の硫酸塩還元細菌を培養基 7 cc に対して1白金耳宛接種し，30° C で培養して，その発育の有無を硫化水素生成による硫化鉄の黒色沈澱の有無によつて観察した。その結果は Table 1 に示す如くであり，硝酸塩及び亜硝酸塩を窒素源とする培地には粗培養も純粋培養も全く発育しなかつたが，アンモニウム塩を窒素源とする培地においては粗培養の発育が認められたのに対して純粋培養の発育は認められなかつた。

Medium 3. Basal medium employed for the experiments concerning the nitrogen requirement of marine sulfate-reducing bacteria.

Ca-lactate	3.5 g.
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2
K_2HPO_4	0.2
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2
L-Ascorbic acid	0.1
Filtered sea water	1,000 cc
pH	7.5

Table 1. Development of marine sulfate-reducing bacteria in Medium 3 added with various inorganic nitrogen compounds at 30° C after 7 days.

Nitrogen compounds added	Development of sulfate-reducing bacteria	
	Inoculated with pure culture	Inoculated with crude cultrue
$(NH_4)_2SO_4$	−	+
NH_4Cl	−	+
KNO_3	−	−
KNO_2	−	−

た。これは，海洋性硫酸還元細菌が他の細菌と共存する場合には窒素源としてアンモニウム塩のみを含む合成培地によく発育し得るが，単独ではこれを窒素源として利用し得ないことを示すものである。

純粋培養がこれらの合成培地に生育し得なかつたのは，この細菌が窒素源として無機窒素化合物を全然利用し得ないためであるか，又は或る種の有機態窒素或は accessory growth factor をその発育に必要とするためであろうと思われる。又粗培養がアンモニウム塩を含む無機合成培地に生育し得たのは，共存細菌の発育によつてアンモニウム塩から可利用有機態窒素又は accessory growth factor が合成され，これが二次的に硫酸塩還元細菌に利用されたためであろう。

(2) 海洋性硫酸塩還元細菌の窒素源としての有機化合物について

実験 (1) の結果，海洋性硫酸塩還元細菌の純粋培養は窒素源としてアンモニウム態，硝酸態又は亜硝酸

態の無機窒素化合物のみが与えられた場合には発育し得ないことが明かになつたが，次にこの細菌の各種有機態窒素に対する利用性を観るため，Medium 3 を基礎培地としこれに各種の有機化合物を窒素源として 1 g L の割合に加えた培地を作り，これらに Medium 1 で 3 日間 30° C で前培養した硫酸塩還元細菌の純粋培養又は粗培養を 7 cc 当り 1 白金耳宛接種し，30° C で培養してその発育を硫化鉄生成の有無によつて調べた。その結果は Table 2 に掲げる通りである。

Table 2. Development of marine sulfate-reducing bacteria in Medium 3 added with various organic compounds as a sole source of nitrogen at 30° C after 7 days

Nitrogenous compounds	Development of sulfate-reducing bacteriae	
	Pure culture	Crude culture
None (Control)	−	−
Peptone	+	+
DL-Alanine	−	+
L-Leucine	−	+
L-Aspartic acid	−	−
L-Asparagine	−	+
L-Glutamic acid	−	+
L-Arginine	−	+
L-Cystine	−	+
L-Cysteine	−	−
L-Phenylalanine	−	+
L-Histidine	−	±
L-Tyrosine	−	+

即ち，純粋培養ではペプトンを含む培地以外には何れの培地でも全く発育が認められなかつたが，粗培養では L-aspartic acid 又は L-cysteine 以外は何れの化合物を含む培地においても充分発育が観られた。よつて，この硫酸塩還元細菌は純粋培養では単独アミノ酸のみを窒素源としては発育し得ないが，粗培養では共存する随伴細菌が可利用窒素化合物又はある種の growth factor を合成する結果，多くの単独アミノ酸を窒素源として利用し得るに至るものと思われる。

（3） 海洋性硫酸塩還元細菌の窒素源としてのペプトンについて

実験（1）及び（2）の結果から，硫酸塩還元細菌はその発育にペプトン等の複雑な有機態窒素化合物を必要とすることが明かになつたが，次にペプトンのみを窒素源とした場合，この細菌が発育に必要とするペプトンの濃度を明かにするため以下の実験を行つた。

先ず Medium 3 を基礎培地としてこれにペプトンを種々の濃度に加えたものを 7 cc 宛分注滅菌し，これらの各々に Medium 1[1] で 3 日間 30° C で前培養した硫酸塩還元細菌の純粋培養を 1～5 白金耳宛接種して 30° C で培養し，硫化鉄生成の有無によつてその発育を調べた。その結果は Table 3 に示す通りである。

即ち，ペプトンを 10^{-8} g/L 以上加えたものでは何れの培地でも硫化鉄の生成が認められた。一方，ペプトン欠除のもの（基礎培地のみの対照区）においては，1 白金耳接種の場合には硫化鉄の生成が認められな

Table 3. Development of marine sulfate-reducing bacteria in lactate media containing peptone, ass sole a source of nitrogen, in different concentrations at 30° C after 7 days.

Concentrations of peptone (g./L.)	Development of sulfate-reducing bacteria Amount of inoculant (loops per 7 cc. of the medium)			
	1	2	3	5
0	−	±	+	+
1×10^{-8}	+	+	+	+
1×10^{-7}	+	+	+	+
1×10^{-6}	+	+	+	+
1×10^{-5}	+	+	+	+
1×10^{-4}	+	+	+	+

かつたが2白金耳以上を接種した場合には顕著に硫化鉄が生成された。

次に，ペプトン濃度と菌体増殖との関係を明かにするために，上記の実験と同様の方法で行つた各培養について extinction dilution method によつて最高発育期における菌体の概数及び最高発育期に達する迄に要する時間を測定した。その結果は Table 4 に示す通りである。

Table 4. Growth of marine sulfate-reducing bacteria in media containing peptone, as a sole source of nitrogen, in different concentrations at 30° C (Basal medium : Medium 3).

Concentrations of peptone (g./L.)	Inoculant (loops per 7 cc. of the medium)	Approximate number of cells, per 1 cc. of the medium, at maximum growth period	Time required for the maximum growth in hours
0	1	10^3—10^4 (initial)	∞ (no growth)
0	2	10^7—10^8	22—34
1×10^{-3}	1	10^7—10^8	58—82
1×10^{-6}	1	10^8—10^9	58—82
1×10^{-2}	1	10^7—10^8	34—46
1×10^{-1}	1	10^7—10^8	34—46
2×10^{-1}	1	10^9—10^{10}	34—46
4×10^{-1}	1	10^9—10^{10}	22—34
6×10^{-1}	1	10^9—10^{10}	22—34
1	1	10^9—10^{10}	16—22

即ち，接種量が1白金耳の場合には，一般にペプトン濃度の低いものにおける程発育が遅れ又菌数の最大値も低く現われる傾向がみられたが，10^{-3} g/L のペプトン濃度のものにおいてさえも明かに菌数の増加が観察された。なお，この場合にはペプトン欠除の培地では発育がみられなかつたが，接種量が2白金耳の場合にはペプトン欠除の培地においても明かに増殖が観察された。然もこの場合，菌数の最大値はペプトンを高濃度に含む培地におけるそれより低くかつたが発育速度はペプトンを 4×10^{-1} g/L 以上の濃度に含む培地におけるそれに匹敵する程度に大であつた。このことは，接種に伴つて導入される前培養液の中にはこの細菌の窒素源として用いられる有機化合物の他に，この細菌の増殖を促進する要素が濃厚に含まれていることを暗示するものではあるまいか。

以上の実験結果から，この細菌は窒素源として 10^{-8} g/L のペプトン，或は培地として Medium 1 を用いた純粋培養液2白金耳（培地 7 cc に対し）中に含まれる極く微量の有機態窒素があれば充分発育し得ることが明かになつたが，この場合，これらの有機化合物はこの細菌の発育に対して窒素源として以外に或種の growth factor の給源としての役割を果しているのではないかと考えられる。

（4） 海洋性硫酸塩還元細菌の炭素源（エネルギー源）兼窒素源としてのペプトンの濃度について

実験3の結果から，硫酸塩還元細菌は別に充分な炭素源が存在する場合には 10^{-8} g/L のペプトンが培地中に存在すればよく発育し得ることが明かになつたが，ペプトンは窒素源としてのみならず炭素源としてもこの細菌に利用され得るので，次にこの細菌の発育と窒素源兼炭素源としてのペプトン濃度との関係を調べ(3)において得られた結果と比較した。

Medium 3 より Ca-lactate を除きこれに種々の濃度にペプトンを加えた培養基を調製し，これらに Medium 1 で3日間 30° C で前培養した硫酸塩還元細菌の純粋培養を 7 cc 当り1白金耳宛接種し，30° C で7日間培養して硫化鉄生成の有無を観察した。なお同時に，酸化還元電圧降下剤として L-ascorbic acid の代りに $Na_2S\cdot9H_2O$ を 0.001 mol L の濃度に添加した培養基についても同様の実験を試みた。それらの結果を Table 5 に掲げる。

即ちこれらの培養基においては，ペプトンの濃度が 0.1 g/L 以下の場合には細菌の発育は全く認められず，0.2 g/L の場合において微弱な発育が認められ，0.4 g/L 以上になつて始めて充分な発育が観られた。一方実験(3)の結果によれば，炭素源として Ca-lactate を含む培地ではペプトンの濃度が 10^{-3} g/L の如き低濃度まで充分な発育が認められたから，ペプトン以外に有機物を含まぬ培養基においてペプトンの濃度が 0.1 g/L 以下の場合に発育が起らなかつたのは炭素源の不足に基くことは明かである。

又，酸化還元電圧降下剤として L-ascorbic acid を加えた場合と Na_2S を加えた場合との結果が厳密に一致したことは，L-ascoraic acid 自体が炭素源として利用されてはいないことを示している。

Table 5. Development of marine sulfate-reducing bacteria in media containing peptone, as a sole source of nitrogen and carbon (energy), in different concentrations at 30° C after 7 days (Basal medium : Medium 3 minus Ca-lactate and L-ascorbic acid).

Concentrations of peptone (g./L.)	Development of sulfate-reducing bacteria	
	L-ascorbic acid was added as a reducing agent	Na_2S was added as a reducing agent
0.01	−	−
0.04	−	−
0.08	−	−
0.1	−	−
0.2	±	±
0.4	+	+
0.6	+	+
0.8	+	+

以上の結果，この細菌の炭素源（エネルギー源）兼窒素源としてペプトンのみを用いる場合には，その濃度は 0.2 g/L 以上でなければならないと考えられる。即ち，この細菌は別に充分な炭素源が存在する場合には，窒素源として 10^{-3} g/L のペプトンが存在すれば充分発育し得るが，他に炭素源が存在しない場合には，ペプトンを窒素源としてのみならず炭素源としても用いるため その濃度が 0.2 g/L 以上でなければ生育し得ないものと思われる。

総　　括

以上の実験の結果，この細菌の純粋培養は Ca-lactate を炭素源とし各種無機窒素化合物又は単独のアミノ酸のみを窒素源とする簡単な合成培養基には発育し得ず，ペプトン等の複雑な有機態窒素を発育に必要とするが，この際に必要な有機態窒素の量は極めて微量で足り，ペプトンとして 10^{-3} g/L 程度に存在すれば充分に発育し得ることが明かになつた。又，この意味における複雑な有機態窒素化合物は，接種に伴つて導入される極く僅かの前培養液（7 cc 当り 2 白金耳）によつて代替され得ることが明かになつた。

Sisler 及び ZoBell[2] は或る種の海洋性硫酸塩還元細菌が分子状窒素を利用することを観察しているが，この細菌が上述のように殆んど痕跡的に微量の有機態窒素で充分発育し得るのは，この細菌が分子状窒素固定能力を有していて，極く微量の複雑な有機態窒素又はそれに附随する accessory growth factor の存在の下で空気中の分子状窒素を利用して発育し得ることを意味するものかも知れない。

Waksman[3] によれば，普通の海底泥土の有機態窒素含有量は乾泥として 0.1 % 位であるから，この細菌の発育に要する窒素源としての有機物はこのような環境下においては常に充分豊富に供給されているものと考えられる。又たとえ若しこのような有機態窒素の量が僅少であるとしても，同時に共存する他の細菌の作用によつてアンモニアのような無機態窒素からこの細菌の発育に必要な有機態窒素又は growth factor は充分供給されているであろう。

一方，実験（4）から明かな通りこの細菌の発育には炭素源がかなり高濃度に存在することが必要であるが，Waksman[3] が指摘している通り海底泥土中に含まれる可利用有機物の濃度はこの細菌が発育に必要とする炭素源の濃度に比して可なり低いのが普通であるから，自然界においては通常は炭素源としての可利用有機物の濃度がこの細菌の発育に対する制限因子となつているものと考えられる。従つて，海底泥土中におけるこの細菌の発育及び硫酸塩還元の activity を主として支配するものは，窒素源としてではなく炭素源（エネルギー源）としての有機化合物の濃度であろう。

摘　　要

1. 海洋性硫酸塩還元細菌は単独では無機化合物又はアミノ酸等の簡単な有機化合物のみを窒素源として発育し得ずその発育にはペプトン等の複雑な含窒素有機物を必要とするが，他の細菌の助長作用があれば或

る種の無機化合物や単独アミノ酸を窒素源としてよく発育し得ることを明かにした。

2. この細菌は極く低濃度の窒素源（ペプトンとして 10^{-3} g/L 或は前培養液として2白金耳/7 cc）が与えられれば充分発育するが，炭素源としては相当高濃度（ペプトンとして 0.2 g/L）の有機物をその発育に必要とすることを観察し，自然界においてこの細菌の発育及び activity に対して制限因子となるものは窒素源としてではなく炭素源としての有機物の濃度であることを推定した。

本研究費の一部は日本ユネスコ国内委員会の委託研究費によった。発表を許可せられた同委員会に謝する。

文　　献

1) 木俣正夫・門田　元・畑　幸彦・田島卓明：本誌., **21**, 102—108 (1955).
2) F. D. Sisler and C. E. ZoBell : Science, **113**, 511—512 (1951); *J. Bact.*, **62**, 117—127 (1951).
3) S. A. Waksman : *Soil Sci.*, **36**, 125—147 (1933).

海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—V.
海洋性硫酸塩還元細菌の榮養について（その2）

木俣正夫・門田元・畑幸彦
（京都大学農学部水産微生物学研究室）

Studies on the Marine Sulfate-reducing Bacteria—V.
Nutritional Requirements of Marine Sulfate-reducing Bacteria (2)

Masao KIMATA, Hajime KADOTA, and Yoshihiko HATA

We have previously shown that the marine sulfate-reducing bacteria required extraordinarily higher concentrations in the carbon (energy) source than in the nitrogen source for their growth.

The present study is concerned with the energy sources which are required for the growth of these bacteria.

1) As given in Fig. 1, the activity of these bacteria growing in the medium which was defficient in the energy source was vigorously accerelated by the addition of Ca-lactate(1 g./L.).

2) As shown in Table 1, in the case of the pure culture, the marine sulfate-reducing bacteria could not utilize all of the organic compounds tested (excepting lactate, pyruvate, glycerol, DL-alanine, and formate), as the energy sources for their growth, and in the case of the crude culture, however, these organisms could utilize most kinds of the organic compounds. In the latter case, it is considered that, by the action of coexistent bacteria, a large variety of organic compounds tested were partially transformed into the matters having the chemical natures which could be utilized by the marine sulfate-reducing bacteria.

3) As shown in Table 2, these bacteria could develop by obtaining their energy requirements from the oxidation of molecular hydrogen.

第Ⅳ報[1]で明かにされた如く，海洋性硫酸塩還元細菌が発育するためには，培地中の窒素源は極く低濃度で足りるが，エネルギー源（炭素源）は窒素源に比して極めて高濃度に存在することが必要である。従つて，海底泥土中におけるこの細菌の発育乃至は硫酸塩還元の activity は，其処に存在する有機化合物，特に窒素源としてではなくエネルギー源として利用され得る有機化合物の種類及び濃度によつて支配されるものと考えられる。

本報では，この細菌にエネルギー源として利用される化合物の種類について検討を加え，併せて硫酸塩還元作用との関係を考察した。

実　　験

（1）海洋性硫酸塩還元細菌の硫化物生産過程に及ぼすエネルギー源添加の影響

Medium 4の組成を有するエネルギー源欠乏の semi-solid 培地に，Medium 1[2]で3日間30°C で前培養した硫酸塩還元細菌の純粋培養を 1 cc/L 宛接種して 30°C で培養し，この培

Medium 4： Basal medium employed for the experiments concerning the energy source of marine sulfate-reducing bacteria.

Peptone	0.3 g.
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2
K_2HPO_4	0.2
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2
L-Ascorbic acid	0.1
Agar	3.0
Filtered sea water	1,000 cc.
pH	7.5

1955 年2月 26 日受理

養にエネルギー源として Ca-lactate を随時 1 g/L の割合で添加し，更に 30° C 又は 18° C で培養を続け，生産される硫化物を定量して硫化物生成過程に及ぼすエネルギー源添加の影響を検討した。その結果は Fig. 1 に示す通りである。

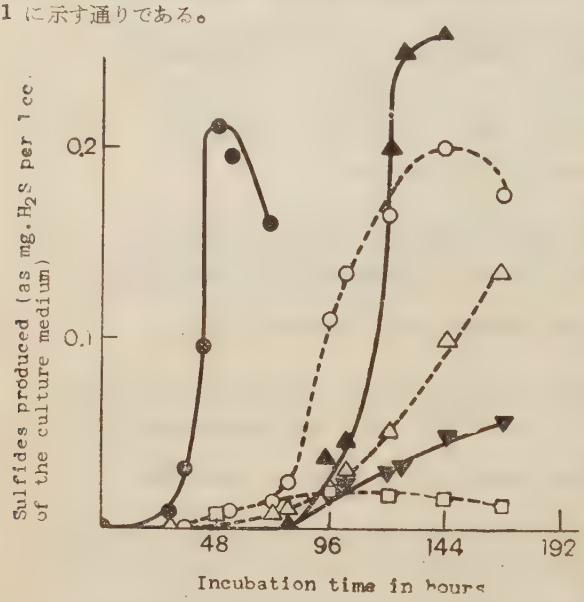


Fig. 1. Effect of the addition of Ca-lactate on the development of sulfides by marine sulfate-reducing bacteria (Basal medium: Medium 4).
-○—○- : Ca-lactate was added to the medium before inoculation (Control); -●—●- : Ca-lactate was added to the culture after 30 hours' pre-incubation (Temperature of after-incubation: 30° C); ▲ -▲ : Ca-lactate was added after 48 hours' pre-incubation (Temperature of after-incubation: 30° C); -△—△- : Ca-lactate was added after 30 hours' pre-incubation (Temperature of after-incubation: 18° C); -▣- ▣- : No energy source was added to the culture during incubation.

即ち，最初からエネルギー源として Ca-lactate を高濃度に含む対照区では，培養開始後間もなく硫化物の生成が始まつたが，Ca-lactate 欠除のものでは定量し得る量の硫化物は生成されなかつた。しかし，培養開始後 30 時間目及び 48 時間目に，この Ca-lactate 欠除の培養に 1 g/L の割合で Ca-lactate を添加し，更に 30° C で培養を続けると，いずれの場合にも Ca-lactate の添加後直ちに急激な硫化物の生成が開始された。又，培養開始後 30 時間目に同濃度に Ca-lactate を添加し，その後 18° C で培養した同様の培養においても，その速度はやや小であつたが，顕著な硫化物の生成が観察された。

この結果から，窒素源が充分な濃度に存在する場合でも，エネルギー源が不足するときには，この細菌の発育は僅かに行われても[1]硫化物の生成は殆んど行われないが，これに充分な濃度にエネルギー源を補えば直ちに顕著な硫化物の生成が起ることが明かになつた。

（2） 海洋性硫酸塩還元細菌によつてエネルギー源として利用され得る有機化合物について

この細菌に Ca-lactate がエネルギー源として極めてよく利用されることが実験（1）から明かであるが，更に他の化合物についてこの点を確かめるため，次の実験を行つた。

実験（1）と同様に Medium 4 の組成を有するエネルギー源欠乏の semi-solid 培地を基礎培地とし，これに各種有機化合物をエネルギー源として 1 g/L 宛添加した培地を作り，これらの各々に硫酸塩還元細菌の純粋培養又は粗培養を少量宛（Medium 1 で 3 日間 30° C で前培養したものを 1 cc/L 宛）接種して 30° C で培養し，生成される硫化物を定量した。その結果は Table 1 及び Fig. 2 に示す通りである。

Table 1 から明かなように，純粋培養の場合には lactate, glycerol, pyruvate, DL-alanine 及び formate を加えたものは多量の硫化物を生産したが，これら以外の化合物を加えたものは何れも無添加（対照区）のものと同様に微量の硫化物を生成したに過ぎなかつた。即ち，この細菌は単独では供試化合物のうち lactate, glycerol, pyruvate, DL-alanine 及び formate 以外のものを直接にはエネルギー源として利用し得ないことが明かになつた。

一方，粗培養の場合には fructose 及び rhamnose を除き，他の化合物を加えたものではすべて顕著な硫化物の生成が認められた。即ち，この細菌は他の細菌と共存する場合には，供試化合物の殆んどすべてをエネルギー源として利用し得ることが確認された。

又，以上の実験とは別に，繊維素のみをエネルギー源とする合成培地[3]に硫酸塩還元細菌の純粋培養を接種し，30° C で培養を試みた結果では，硫化物の生成は全く認められなかつたが，これに海洋性繊維素分解細菌である *Vibrio purpureus*[3] 又は *Cytophaga halofiava*[4] を同時に接種して同様に培養すると，顕著な硫化物の生成が認められ，繊維素も間接的にはエネルギー源として利用され得ることが観察された。

Table 1. Development of sulfides by marine sulfate-reducing bacteria in the medium containing a different kind of organic compounds as a sole source of energy at 30°C (Basal medium : Medium 4).

Compounds contained	Maximum amount of sulfides produced as mg. H_2S per 1 cc. of the culture medium		Compounds contained	Maximum amount of sulfides produced as mg. H_2S per 1 cc. of the culture medium	
	Pure culture	Crude culture		Pure culture	Crude culture
None (Control)	±	0.03	Na-butyrate	±	0.06
Xylose	±	0.05	Na-succinate	±	0.08
Arabinose	±	0.07	Ca-lactate	0.21	
Galactose	±	0.10	Na-pyruvate	0.25	
Glucose	±	0.15	Na-malate	±	0.08
Fructose	±	±	Na-tartarate	±	0.06
Lactose	±	0.05	Na-citrate	±	0.07
Trehalose	±	0.07	Ethanol	0	0.08
Cellobiose	±	0.07	Butanol	±	0.18
Maltose	±	0.09	Glycerol	0.20	
Sucrose	±	0.36	Acetone	0	
Rhamnose	±	±	DL-Alanine	0.14	
Mannitol	±	0.07	L-Leucine	±	0.05
Inositol	±	0.27	L-Aspartic acid	0	0.07
Erythritol	±	0.07	L-Asparagine	±	0.07
Dextrin	±	0.09	L-Glutamic acid	±	0.05
Inulin	±	0.07	L-Arginine	±	0.06
Starch	±	0.25	L-Cystine	±	0.16
Glycogen	±	0.06	L-Cysteine	0	0.16
Gluconic acid	±	0.08	L-Phenylalanine	±	0.05
Alginic acid	±	0.08	L-Histidine	±	0.05
Na-formate	0.06		L-Tyrosine	±	0.07
Na-acetate	±	0.07			

N. B. ±……less than 0.02 mg./cc.

即ち，以上の実験結果から，この細菌が単独でエネルギー源として利用し得る化合物は比較的狭い範囲のものに限られるが，若し他の細菌が共存すればそれらの共存細菌は極めて広範囲に亘る種々の化合物を代謝して，其処に二次的に硫酸塩還元細菌が利用し得るエネルギー源を供給するため，殆んどあらゆる種類の有機化合物は間接的にこの細菌のエネルギー源として利用されるに至るものと考えられる。従つて，上記粗培養実験で利用されなかつた fructose 等少数の化合物も，共存細菌の種類によつては恐らく間接的に硫酸塩還元細菌のエネルギー源となり得るものと考えられる。

（3） 海洋性硫酸塩還元細菌による分子状水素の利用について

或る種の硫酸塩還元細菌が，次式に従つて分子状水素

$$H_2SO_4 + 4H_2 \rightarrow H_2S + 4H_2O + \text{Energy}$$

を利用して硫酸塩を還元することは，Stephenson and Stickland[5]，Wight and Starkey[6]，Starkey and Wight[7]，ZoBell[8]，及び Sisler and ZoBell[9,10] らにより報告されており又 Starkey[11] はこの種の細菌にエネル

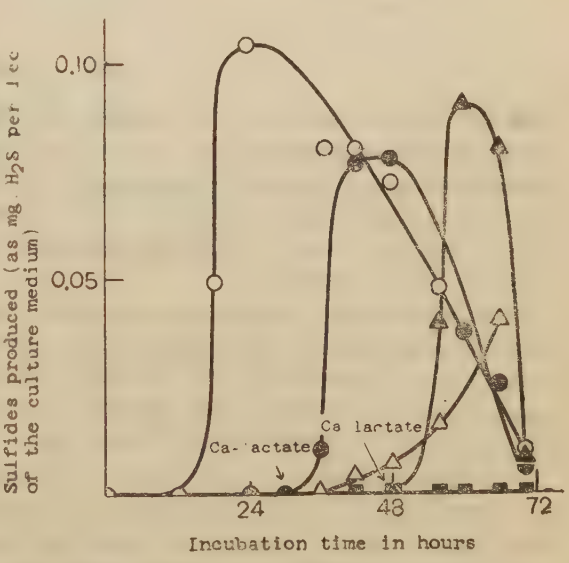


Fig. 2. Development of sulfides by marine sulfate-reducing bacteria in the medium containing various kinds of organic compounds as a sole source of energy at 30° C (Basal medium : Medium 4).
-●—●- : Ca-lactate ; --○--○--: Glycerol ;
-▲—▲- : Na-pyruvate ; --△--△--: DL-Alanien ;
-▼—▼- : Na-formate ; --□--□--: None(Control).

ギー源として用いられる各種の有機化合物は，一旦脱水素酵素の作用を受けた後，硫酸塩の還元に用いられるものであろうと述べている。

著者らは，上記の実験に供した海洋性硫酸塩還元細菌も直接分子状水素をエネルギー源として利用し得るのではあるまいかと考え，次に Medium 5 の組成を有するエネルギー源欠乏の培地に，Medium 1[2] で3日間 30° C で前培養したこの細菌の純粋培養を，培地 7cc に対して1，3，又は5白金耳の割合に接種し，これを水素気流中又は空気中で5日間 30° C で培養し，硫化鉄生成の有無によつてその発育の有無を判定した。その結果は Table 2 に示す通りである。

即ち，水素気流中で培養した場合には，接種量が1白金耳/7 cc のものでは発育が認められなかつたが，3～5白金耳/7 cc を接種したものでは明かに発育が認められた。一方，空気中で培養した場合には，接種量が1白金耳/7 cc のものにおいてのみならず，3～5白金耳 7 cc のものにおいても発育は認められなかつた。

以上の結果から，この細菌は分子状水素をエネルギー源として利用し得るものと考えてもよいであろう。

Medium 5: Basal medium employed for the experiments concerning the utilization of molecular hydrogen by marine sulfate-reducing bacteria.

$(NH_4)_2SO_4$	1.0 g.
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2
K_2HPO_4	0.2
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2
$Na_2S \cdot 9H_2O$	0.24
Filtered sea water	1,000 cc.
pH	7.5

Table 2. Development of marine sulfate-reducing bacteria in Medium 5 overlayered with hydrogen gas.

Gases overlayered	Amount of inoculant (loops per 7 cc. of medium)		
	1	3	5
Air	−	−	−
H_2	−	+	+

考　　察

実験（1）の結果から明かなように，この細菌は充分な窒素源の存在の下でもエネルギー源が不足するときは殆んど硫化物の生産を行わないが，これにエネルギー源を高濃度に添加すれば，直ちに極めて顕著な硫酸塩還元作用を現わす。Waksman[12] らが指摘している通り，一般に正常海域の海底泥土は可利用有機物に乏しい状態にあるものと考えられる。従つて，このような環境へ廃水により高濃度の可利用有機物が供給されると，これをエネルギー源として硫酸塩還元細菌が極めて旺盛な硫酸塩還元作用を現わし，急激な硫化物の生産が行われることが予想される。

この際にエネルギー源として直接利用され得る有機物の種類は，Table 2 に示したように比較的狭い範囲の特殊な化合物に限られ，一般の工場廃水中にこれらの化合物が含まれていることは殆んどあり得ないものと考えられるが，海洋中には殆んどあらゆる種類の有機化合物を代謝する微生物が存在するから，廃水中に含まれている大部分の有機物は一旦他の微生物によつて部分的な分解を受けた後，間接的に硫酸塩還元細菌にエネルギー源として利用され得るものと考えられる。

又，この細菌は分子状水素をエネルギー源として利用し得ること（実験（3））から，この細菌の純粋培養が lactate, glycerol, pyruvate, DL-alanine 及び formate 以外の供試有機化合物をエネルギー源として利用し得なかつたのは，この細菌がこれら以外の有機化合物に対する脱水素酵素を欠除していたためであると考えられ，一方，粗培養が極めて多種類の有機化合物をエネルギー源として利用し得たのは，共存細菌が広範囲に亘る有機化合物を脱水素し得たことにもよるものと思われる。従つて，海底泥土中に存在する各種の細菌により脱水素され得るあらゆる有機化合物は，泥土中における硫酸塩還元細菌のエネルギー源となり得るものと考えられる。

摘　　要

1. エネルギー源欠乏の培地に接種培養された海洋性硫酸塩還元細菌は，培地に豊富なエネルギー源が添

加されると直ちに急激な硫化物の生産を開始することを観察した。

2. この細菌は単独では peptone, lactate, pyruvate, glycerol, DL-alanine 及び formate のみをエネルギー源として利用し得るに過ぎないが，他の細菌が共存する場合には単糖，二糖，多糖，糖アルコール，アルコール，有機酸，及びアミノ酸等の極めて広範囲に亘る有機化合物をエネルギー源として利用し得ることを明かにした。

3. この細菌は分子状水素を利用して硫酸塩を還元し得ることを明かにした。

本研究費の一部は日本ユネスコ国内委員会の委託研究費によつた。発表を許可せられた同委員会に謝する。

文　献

1) 木俣正夫・門田　元・畑　幸彦：　本誌，**21**，229～234 (1955).
2) 木俣正夫・門田　元・畑　幸彦・田島卓明：　本誌，**21**，102～108 (1955).
3) 門田　元：　本誌，**16**，63-70 (1950).
4) 門田　元：　本誌，**19**，476-480 (1953).
5) M. Stephenson and L.H. Stickland : *Biochem. J.*, **25**, 215-220 (1931).
6) K.M. Wight and R.L. Starkey : *J. Bact.*, **50**, 238 (1945).
7) R.L. Starkey and K.M. Wight : Tech. Rep. Distrib. Comm., No. 1945, Amer. Gas Ass., pp. 108 (1945).
8) C.E. ZoBell : *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, **31**, 1709-1751 (1947).
9) F.D. Sisler and C.E. ZoBell : *J. Bact.*, **60**, 747-756 (1950).
10) F.D. Sisler and C.E. ZoBell : *J. Bact.*, **62**, 117-127 (1951).
11) R.L. Starkey : *Arch. Mikrobiol.*, **9**, 268-304 (1938).
12) S.A. Waksman : *Soil Sci.*, **36**, 125-147 (1933).

○訂　正

第 21 巻・第 2 号，木俣・門田・畑・田島・海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—Ⅰ.

頁	行		誤	正
104	Talle 1,	Loss on ignition Station 1	11. 68	11.86
107	32		発長	発表

第 21 巻・第 2 号，木俣・門田・畑・田島・海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—Ⅱ，

頁	
111	Fig. 2 の図と Fig. 3 の図とを入れ替える。

ニジマス卵の成分と発眼率

平尾秀一・山田充阿彌・菊地 嶺
(東海区水産研究所)

Relation Between Chemical Constituents of Rainbow Trout Eggs and the Hatching Rate

Shuichi HIRAO, Juami YAMADA and Ryo KIKUCHI

In the previous paper it was reported that the contents of iron and a kind of carotenoid-violaxanthin, were low in the eggs sampled from poor hatching broods.

The present work was carried out to see if a similar relation held also for the samples of another source. The samples were supplied from the Fuji Trout Hatchery together with the data of thier hatching rates (Table 1). A part of the eggs of each sample was analyzed of thier chemical composition immediately after fertilization, while the remainders were reared at the Hatchery to observe the developing process.

Also for the present samples, the content of iron was found to be proportional to the hatching rates (Table 2). There is a tendency that vitamin B_2 content in the eggs of high hatching rate is slightly larger than those of low hatching rate (Table 4.).

It should be noted that the yellow pigment in the present samples seems to be different from the one previously reported (violaxanthin), and that the amount of the pigment in the eggs is likely independent of the hatching rate (Tables 3, 4).

緒 言

養殖のニジマスの中には親魚の個体により卵の孵化率の甚だ低いものがあるが，この原因の一つは卵中に含まれる或種の成分の欠亡によるものと想像される。著者等は前報[1]に於て発眼期に於けるニジマス卵につき一般分析及びビタミンAとカロチノイドの検索と定量を行い，その結果と浮上率（発眼卵に対する浮上尾数の百分比）とを比較して，浮上率の高い卵にはそうでない卵に比し，鉄及び或種の黄色色素（ビオラキサンチンと推定した）の含量が高い傾向のある事を見出した。

前報に於ける試料卵は栃木県水産指導所より提供されたものであつたが，養魚場を異にする試料についても上記の傾向が存在するかどうかを確かめるため，静岡県富士養鱒場の試料につき同様の実験を行つたのでその結果をのべる。

前報の実験に於ては親魚各個体毎に採卵し，受精発生せしめて発眼期の段階に達した時にその一部を分析用に供し，残りはそのまゝ孵化場にとゞめて発生を続けさせ，幼魚が卵黄嚢を吸収し尽して自ら摂餌する時期まで生存したものゝ数を数えて浮上尾数とし，発眼卵に対する浮上尾数の百分比を以て浮上率とし，それと化学分析結果とを比較したが，今回の実験に於ては分析は採卵受精直後の試料について行い，発生経過の観察は試料卵が発眼期に達した時で打切つた。

卵中の鉄の量は本実験に於ける発眼率（受精卵に対する発眼卵の百分比）とも，直線的関係にある事が認められた。又発眼率の高い卵にはビタミン B_2 含量も稍高いが，他の一般分析値及びA含量と発眼率との直接的関係は認め難く，これらの点は前報の結果と一致している。但しカロチノイドの種類及び含量については前報と異る結果が得られた。

試 料

親魚を数尾乃至数十尾づゝ試験区に分ち，採卵受精させてから，各試験区毎に試料卵の一部をとりドライアイスにて凍結させて持ち帰り分析に供した。各試験区に於ける親魚は夫々同年令で且つ同じ養魚池に育つ

1955年7月15日受理（印刷費負担） 東海区水産研究所業績B第218号

たものである。これらの親魚はいづれも富士養鱒場に於て代々飼育せられ，血統的に極めて近いものである。なお参考のために米国種のニジマスの一試料につき同様の実験を行つた。

実　験　結　果

1) **各試料卵の発眼経過**　各試験区別の卵につき富士養鱒場に於て発眼経過を調査された結果は Table 1 の通りである。なお試料番号は発眼率の順序に配列した。

Table 1.　ニジマス卵の発眼成績

Number of rainbow trout eggs by stage and the hatching rate in 1955 season, Fuji Trout Hatchery.

Sample No.	採卵数 Collected eggs (a)	死卵 Dead eggs	不受精卵 Unfertilized eggs	発眼卵 Eyed eggs (b)	発眼率 b/a %	備考 Remarks on the mother fishes.
1	23,000	710	660	21,630	94.0	4才魚. four years old
2	2,500	20	180	2,300	92.0	〃　〃
3	210,000	15,000	5,000	190,000	90.4	5才魚 five years
4	105,000	14,100	5,900	85,000	81.0	4才魚 four years
5	410,000	54,000	51,000	305,000	74.3	3才魚 three years
6	105,000	10,000	30,000	65,000	61.9	6才魚 six years
7	110,000	12,000	33,000	65,000	59.1	〃　〃
8	13,000	4,300	2,300	6,400	49.2	4才魚 four years
9	80,000	30,000	20,000	30,000	37.5	〃　〃
10	17,000	300	1,700	15,000	88.2	米国系ニジマス Recently imported from U. S. A.

2) **卵の一般分析及び無機質**　一般分析及び無機質の値を Table 2 に示す。無機質は試料卵を湿式分解に附し，その分解液につき石灰は滴定法，燐はハイドロキノンと亜硫酸ソーダによる比色法[2]，鉄は O－フェナンスロリンによる比色法[3] により夫々定量した。

Table 2.　ニジマス卵の一般成分

Chemical constituents of rainbow trout eggs.

Sample No.	水分 Water %	全窒素 Total N %	脂質 Fat %	Ca mg %	P mg %	Fe mg %
1	64.1	3.91	5.82	17.9	419	3.06
2	64.6	4.16	4.77	—	415	—
3	63.7	4.24	5.03	17.3	415	1.92
4	63.8	4.34	5.17	26.3	422	1.62
5	64.3	4.27	5.17	45.1	412	1.58
6	65.6	4.30	5.00	63.6	402	0.85
7	64.1	4.13	5.15	—	410	—
8	62.3	4.19	5.67	—	433	0.63
9	65.1	4.13	5.30	—	404	0.25
10	63.4	4.20	5.06	20.0	430	0.99

3) **ビタミンA及びカロチノイド**　卵の不鹸化物を前報同様，活性アルミナによる吸着分析に附し次のような画分に分けた。

1. **カロチン画分**　収量が極く少い為，検索及び定量を行わなかつた。

2. **ビタミンA画分** 紫外部吸光曲線の形状はAの吸収極大をあまり明瞭には示さないが，カールプライス試薬により呈色するので，比色法により定量した。

3. **黄色色素画分** A画分を除いた後で著量の黄色色素が得られる。この画分は前報の試料に於てはビオラキサンチンと推定されたが，今回の試料に於ては何れも前報のものとは吸収極大の位置が異っていた。各溶媒中に於ける吸収極大の位置は Table 3 及び Fig. 1 に示すように，ゼアキサンチンのそれと稍類似しているが，本実験に於てはこれ以上の検索を行わなかつた。定量は一応ゼアキサンチンと見做して KARRER[4] に従つて其量を算出した。

Table 3. マス卵黄色々素とゼアキサンチン* の比較
Comparison of the yellow pigment obtained from rainbow trout eggs with zeaxanthin*

溶媒 Solvent	色素 Pigment	吸収極大 Absorption maxima λ (mμ)		
CS_2	Zeaxanthin	517	482	450
	マス卵黄色々素 Pigment of rainbow trout eggs	—	480	450
$CHCl_3$	Zeaxanthin	495	462	429
	マス卵黄色々素 Pigment of rainbow trout eggs	490	460	430
Ethanol	Zeaxanthin	483	451	423.5
	マス卵黄色色素 Pigment of rainbow trout eggs	477	450	430

* Quoted from P. KARRER [4]

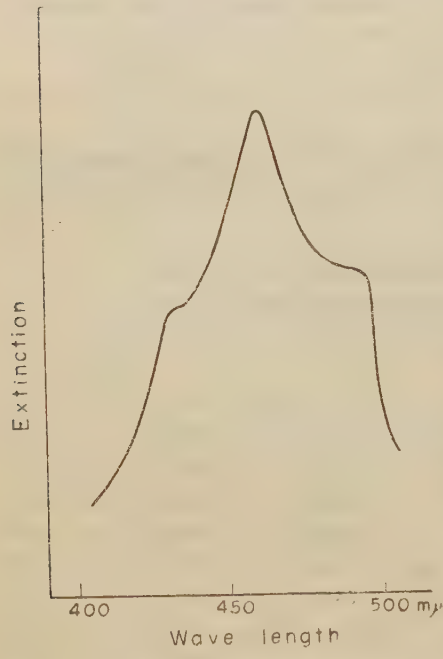


Fig. 1. ニジマス卵の黄色々素の吸光曲線
Absorption curve of yellow pigment of rainbow trout eggs. (in chloroform)

4. **アスタシン画分** 前報と同様にして定量した*。

4) **ビタミンB_2** ルミフラビン螢光法により定量した。

以上の結果をまとめて Table 4 に示す。

考 察

第2表の各種分析値と発眼率とを比較してみると，水分，全窒素，粗脂肪，石灰，燐に於ては発眼率との間に関係が認められないが，鉄の量は発眼率の高いものほど多くなつて居ることが認められる。たゞ米国種のニジマスはこの傾向から稍離れている。浮上率の高い卵ほど鉄含量が高いことは前報に報告したが，発眼についても鉄の含量が影響する事がこれから想像される。このことはニジマス卵の孵化率向上のために，親魚の餌料や飼育方法の改善について，何等かの暗示を与えるものと考える。

他の一般成分及びビタミンA，黄色色素（ゼアキサンチン?），アスタシンの量と発眼率との間には関連が認められない。前報に於ては黄色色素（ビオラキサンチン）の量が浮上率の高い卵には多く，低い卵には少く，両者の間に密接な関係ある如く観察されたが，本報の黄色々素はビオラキサンチンとは異る色素で，又その量と発眼率との間には関係が認められず，此点は今後検討の予定である。

B_2 含量は鉄含量程発眼率と密接な関係は見られないが，第4表に見る如く，試料を 500γ% 以上のものとそれ以下のものとに二大別してみると，500γ 以上のものはすべて発眼率 70 %以上を示し，両者の間に多少の関連がある様に思える。

* アスタキサンチン本実験操作に於ては全部アスタシンに変化していると考えられる。

摘　　要

静岡県富士養鱒場のニジマス卵につき卵中の各種成分と発眼率との関係を調べた。

Table 4.　ニジマス卵の A, B_2 及カロチノイド含量

Contents of vitamin A, B_2 and carotenoides in rainbow trout eggs.

Sample No.	Vitamin A I.U. per 100 g I.U.	Vitamin B_2 γ %	Yellow pigment (Zeaxanthin ?) γ %	Astacene γ %
1	329	510	100.8	197.0
2	310	520	78.3	208.0
3	424	510	86.6	234.0
4	784	510	198.5	126.5
5	620	550	122.5	61.3
6	309	440	66.3	254.0
7	452	450	116.8	270.0
8	542	440	79.2	139.5
9	640	470	145.2	73.3
10	360	510	73.1	249.0

1. 発眼率高き卵には鉄の含量が高く，発眼率と鉄含量は直線的関係にあり，この事はニジマス優良卵の生産の為に親魚の飼育方法につき何等かの暗示を与えるものと考える。
2. 発眼率高き卵は，低き卵に比しビタミン B_2 含量が稍高かつた。
3. 卵の水分，全窒素，粗脂肪，石灰，燐，ビタミンA，アスタシン等と発眼率との間には関連が認められなかつた。
4. 本実験の試料卵に於ける黄色色素は前回の試料卵（栃木県黒磯養鱒場）のものとは別の色素であるらしく，又その含量と発眼率との間には関連が認められなかつた。

本研究に当り終始御指導を賜つた東秀雄先生ならびに御協力を賜つた静岡県富士養鱒場の方々及び田部井菊子氏に厚く御礼申上げる。

文　　献

1. 平尾秀一，山田充阿彌，菊地　嶺：　本誌，**20**，431-434 (1454).
2. AOAC, 6 th, ed, (1950), p. 127.
3. ibid, p. 95.
4. P. KARRER : "Carotenoides", Elsvier Publishing Co. Inc., (1950), pp. 184.

アブラツノザメ卵油について

座間宏一・片田宗男・五十嵐久尚
（北海道大学水産学部水産化学教室）

Studies on the Egg Fat of Shark (*Squalus sucklii* (GIRARD)).

Koichi ZAMA, Muneo KATADA and Hisanao IGARASHI

The composition of the egg fat of shark (*Squalus sucklii* (GIRARD)) was studied.

The mixed fatty acids were found to consist approximately of myristic acid 3%, palmitic acid 10%, stearic acid 7%, arachidic acid 4%, zoomaric acid 13%, oleic acid 21%, $C_{21}H_{38}O_2$ 10%, $C_{23}H_{42}O_2$ 5%, linolenic acid 5%, $C_{21}H_{32}O_2$ 10%, $C_{23}H_{34}O_2$ 10% and a small quantity of $C_{21}H_{38}O_2$.

The unsaponifiable material was obtained as 12.5% of the total fat, and cholesterol, chimyl alcohol, and batyl alcohol were identified. Also the presence of unsaturated alcohols which consisted mainly of selachyl alcohol was supposed.

サメ類の卵油については既に辻本氏のアブラザメ卵油[1]，小野氏の三陸産アブラザメ（*Heptranchias deani* JORDAN & STARKS）卵油[2] に関する報告がみられるが，北海道周辺に饒産するアブラツノザメ（*Squalus sucklii* (GIRARD)）の卵油に関するものはない。著者等は今回試料を入手し得たのでその脂肪酸及び不鹸化物の成分組成を究明し得た結果を報告する。

実験の部

（1）**卵油の調製**　試料には北海道噴火湾沖にて漁獲されたアブラツノザメ卵の新鮮卵黄内容物 1630g を用いた。このものをアセトンにより繰返えし処理，脱水，脂肪物質の抽出を行つた。抽出物より減圧下 CO_2 気流中でアセトンを除去，残渣をエーテル抽出し，抽出物を約 10 倍量のアセトンと振盪，不溶の燐脂質を除き，アセトン可溶性脂肪物質 230g を得た。このものは少量の結晶状物質をまじえた淡黄色油状物質で酸価 1.0，鹸化価 179.2，沃素価 144.7，屈折率 n_D^{30} 1.4821 であつた。

（2）**脂肪酸**　卵油 228g を常法通りアルコール性苛性カリで鹸化，不鹸化物を除去，混合脂肪酸（中和価 194.2，沃素価 148.2.）175g を得た。

混合脂肪酸を鉛塩アルコール法にて処理し，固体脂肪酸と液体脂肪酸に分別，後者を更にリチウム塩アセトン法により低度不飽和脂肪酸と高度不飽和脂肪酸に分別した。この結果を Table 1 に示す。

Table 1. Fractionation of the mixed fatty acids.

Fatty acid	Yield		Neutr. Value	Iodine Value(wijs)
	g	%		
Solid	48	31.0	199.7	29.9
Lowly Unsaturated	64	41.3	197.4	118.9
Highly Unsatrated	43	27.7	181.9	305.1

（i）**固体脂肪酸**　固体脂肪酸をメチルエステル（鹸化価 194.1，沃素価 28.0）とし，その 41.0g を分溜して Table 2 の結果を得た。

溜分 S-1，S-2 を合せ，その 15.8g を 4mm-Hg で再溜，沸点 140-145°，鹸化価 227.5，沃素価 6.5 の溜分 10g を得た。これより得た脂肪酸をエタノールより再結晶を繰返えし融点 51.8-51.9°，中和価 228.9 なる結晶を得た。少量のため純化不可能であつたが，その融点と中和価よりミリスチン酸 90%，パルミチン酸 10% の混合物と考えられる。又，沸点 170-180°，鹸化価 207.6，沃素価 15.0 の溜分 7.0g を得た。

1955 年 2 月 26 日受理

Table 2. Fractional distillation of methyl ester of solid fatty acid.

Fraction	Boiling Point °C/5mm-Hg	Yield		Sapon. Value	Iodine Value(wiis)
		g	%		
S- 1	—170	7.2	17.6	219.9	12.3
S- 2	170—175	11.8	28.8	204.8	12.1
S- 3	175—180	1.4	3.4	196.8	16.0
S- 4	180—185	2.6	6.3	195.8	16.1
S- 5	185—190	3.6	8.8	190.6	19.3
S- 6	190—195	1.4	3.4	190.4	25.2
S- 7	195—200	1.8	4.4	185.8	26.9
S- 8	190—195*	1.7	4.1	183.6	36.3
S- 9	195—200*	2.0	4.9	175.2	64.7
S-10	200— *	5.0	12.2	167.3	90.5
Residue	—	2.5	6.1	119.9	143.9

* Boiling point at 3mm-Hg.

これより得た脂肪酸をエタノールより再結晶し，融点 62.2°，中和価 218.9° の脂肪酸を得た。このものはパルミチン酸（融点 62.9°，理論中和価 218.8）と略々一致する。溜分 S-5，S-6，S-7，を合し，その 4.5g を 5mm-Hg にて再溜，沸点 193 197°，鹸化価 187.7，沃素価 21.5 の溜分 2.8g を得た。これより得た脂肪酸をエタノールより再結，融点 68.5°，中和価 197.1 なるステアリン酸（融点 69.6°，理論中和価 197.2）に該当する結晶を得た。溜分 S-8，S-9，S-10 を合し，その 6.0g を 2mm-Hg にて再溜，沸点 208-213°，鹸化価 172.9，沃素価 65.3 なる溜分 2.1g，を得た。これより得た脂肪酸をエタノールより再結，融点 73.9 74.1°，中和価 180.5 の結晶を得た。少量のため精製不充分であつたが，この脂肪酸は恐らくほぼアラキドン酸（融点 75.4°，理論中和価 179.5）よりなると考えられる。

（ii） **低度不飽和脂肪酸**　低度不飽和脂肪酸をメチルエステル（鹸化価 188.5，沃素価 110.7）とし，その 56.0g を分溜して Table 3 の結果を得た。

Table 3. Fractional distillation of methyl ester of lowly unsatrated fatty acids

Fraction	Boiling Point °C/1mm-Hg	Yield		Sapon. Value	Iodine Value (Wijs)	Refractive Index(n_D^{20})
		g	%			
LU- 1	—175	3.3	5.9	209.2	74.3	1.4491
LU- 2	175—180	7.7	13.8	204.7	81.7	1.4501
LU- 3	180—185	7.9	14.1	190.8	96.1	1.4526
LU- 4	185—190	9.6	17.1	187.7	101.2	1.4541
LU- 5	190—195	8.7	15.5	183.5	107.8	1.4562
LU- 6	195—200	6.4	11.4	181.6	117.9	1.4578
LU- 7	200—205	3.3	5.9	180.0	124.6	1.4595
LU- 8	205—215	3.7	6.6	169.9	126.4	1.4623
LU- 9	210—210	2.4	4.3	169.8	135.3	1.4635
LU-10	215—	1.1	2.0	152.4	136.7	1.4642
—	—	1.9	3.4	132.8	139.4	1.4747

溜分 LU-1，LU-2 を合し，その 7.9g を 2mm-Hg で再溜，沸点 145 155°，鹸化価 210.1，沃素価 80.0 の溜分 2.4g を得た。これより中和価 221.0，沃素価 85.1 の脂肪酸を得，この Hazura 酸化による生成物を石油エーテル，エタノールより再結，融点 123.5°，中和価 194.1 のジオキシパルミチン酸（融点 124°，理論中和価 194.6）の結晶を得た。それ故この溜分は大部分ゾーマリン酸（理論中和価 220.7，理論沃素価 99.8）と考えられる。溜分 LU-3，LU-4，LU-5 を合し，その 23.0g を 2mm-Hg で再溜，沸点 180-190°，鹸化価 189.0，沃素価 85.4 の溜分 11.3g を得た。これより中和価 198.7，沃素価 89.7 の脂肪酸を得，この Hazura 酸化による生成物を石油エーテル，エタノールより再結，融点 135.0°中和価 177.3 のジオキシステアリン酸（融点 136.5°，理論中和価 177.4）の結晶を得た。この溜分はオレイン酸（理論中和価 193.8，理論沃素価 89.9）よりなると考えられる。溜分 LU-7，LU-8，LU-9 及び前記 LU-3～5 の再溜分より得られた高沸点部（200-205°/2mm-Hg，鹸化価 173.6，沃素価 106.9，収量 1.1g）を合せ，その 7.6g を 2mm-Hg で再溜，沸点 200-205°，鹸化価 173.5，沃素価 122.3 の溜分 2.9g を得た。これより得た脂肪酸をリチウム塩とし，50% エタノール不溶性リチウム塩から分離した中和価 181.2，沃素価 85.5

の脂肪酸の HAZURA 酸化生成物を石油エーテル，エタノールより再結，融点 126.8°，中和価 163.9 のジオキシアラキジン酸（融点 128°，理論中和価 163.0）の結晶を得た。この溜分は大部分エイコセン酸（理論中和価 189.8，理論沃素価 81.8）と考えられる。溜分 LU-10，エイコセン酸メチル再溜の際の高沸点部（215-217°/2mm-Hg，鹸化価 162.9，沃素価 123.9，収量 0.9g）及び S 8～10 再溜の際の高沸点部（218-220°/2mm-Hg，鹸化価 160.5，沃素価 198.1，収量 1.8g）を合し，その 2.9g を 1mm-Hg で再溜，沸点 205-210°，鹸化価 160.3，沃素価 140.5 の溜分 1.4g を得た。これより得た脂肪酸をリチウム塩とし，50% エタノール不溶性リチウム塩から分離した中和価 166.5，沃素価 76.2 の脂肪酸の HAZURA 酸化生成物を石油エーテル，エタノールより再結，融点 131.8°，中和価 159.1 のジオキシベヘニン酸（融点 133.5° 理論中和価 150.7）を得た。この溜分は大部分ドコセン酸（理論中和価 165.8，理論沃素価 75.1）よりなると考えられる。

(iii) **高度不飽和脂肪酸**　高度不飽和脂肪酸をメチルエステル（鹸化価 174.1，沃素価 288.7）とし，その 23.5g を分溜して Table 4 の結果を得た。

Table 4. Fractional distillation of methyl ester of highly unsaturated fatty acid

Fraction	Boiling point °C/1mm-Hg	Yield		Sapon. Value	Iodine value (Wijs)	Refractive Iodex(n_D^{20})
		g	%			
HU-1	—185	0.9	3.8	200.5	188.6	1.4759
HU-2	185—190	1.4	6.0	193.2	230.2	1.4785
HU-3	190—195	1.4	6.0	189.8	234.8	1.4838
HU-4	195—200	1.3	5.5	181.5	248.6	1.4876
HU-5	200—205	3.4	14.5	178.9	286.9	1.4917
HU-6	205—210	6.0	25.5	169.1	326.9	1.4984
HU-7	210—	4.4	18.7	162.7	360.0	1.5019
Residue	—	4.7	20.0	150.0	201.1	1.5074

溜分 HU-2，HU-3，HU-4 を合し，その 2.8g を 1mm-Hg で再溜，沸点 184-185°，鹸化価 191.2，沃素価 232.3 の溜分 0.7g を得，更にこれより中和価 199.1，沃素価 243.5 の脂肪酸を回収，エーテル溶液中で臭素化し，融点 175.4°，臭素含量 64.00% のエーテル不溶性臭化物を得た。これはリノレン酸 6 臭化物（理論臭素含量 63.28%）で原脂肪酸は大部分リノレン酸（理論中和価 201.7，理論沃素価 273.7）よりなると考えられる。溜分 HU-5，HU-6 及びリノレン酸メチル再溜の際の高溜点部を合し，その 8.5g を 1 mm-Hg で再溜，沸点 200-205°，鹸化価 176.9，沃素価 288.9 の溜分 2.7g を得，これより得た中和価 184.4，沃素価 301.5 の脂肪酸をエーテル中で臭素化し，217-220° で黒変，臭素含量 67.82% のエーテル不溶性臭化物を得た。これは $C_{21}H_{32}O_2$ の 8 臭化物と考えられ，原脂肪酸は大部分 $C_{21}H_{32}O_2$（理論中和価 184.4，理論沃素価 333.7）よりなるものと考えられる。溜分 HU-7 及び $C_{21}H_{32}O_2$ メチル再溜の際の高沸点部を合し，その 5.2g を 1mm-Hg で再溜，沸点 210-215°，鹸化価 161.8，沃素価 361.5 の溜分 2.3g を得，これより得た中和価 170.2，沃素価 375.1 の脂肪酸を臭素化，235-238° で黒変，臭素含量 70.60% のエーテル不溶性臭化物を得た。これは恐らく鯨酸と推定される $C_{22}H_{34}O_2$ の 10 臭化物（理論臭素含量 70.76%）と考えられ，原脂肪酸は大部分 $C_{22}H_{34}O_2$（理論中和価 169.8，理論沃素価 384.2）よりなるものと考えられる。なお，この再溜の際の最高沸点部として 1mm-Hg にて 218-221°，鹸化価 155.1，沃素価 322.5 の溜分 0.3g を得た。少量のために更に検索し得なかつたが，微量の $C_{21}H_{38}O_2$ の存在が推測される。

(3) **脂肪酸組成の定量的考察**　混合脂肪酸検索の結果，飽和酸としてはミリスチン酸，パルミチン酸，ステアリン酸，アラキジン酸，モノエチレン酸としてはゾーマリン酸，オレイン酸，$C_{21}H_{38}O_2$，$C_{22}H_{42}O_2$，高度不飽和酸としてはリノレン酸，$C_{21}H_{32}O_2$，$C_{21}H_{34}O_2$ 及び少量の $C_{21}H_{36}O_2$ の存在が知られたが，混合脂肪酸がこれら以外の脂肪酸を含まないものとして，分溜区分毎に鹸化価と沃素価よりその組成を概算すると混合脂肪酸の大体の組成は，ミリスチン酸 3%，パルミチン酸 10%，ステアリン酸 7%，アラキジン酸 4%，ゾーマリン酸 13%，オレイン酸 21%，$C_{22}H_{38}O_2$ 10%，$C_{22}H_{42}O_2$ 5%，リノレン酸 5%，$C_{21}H_{32}O_2$ 10%，$C_{22}H_{34}O_2$ 10% 及び少量の $C_{21}H_{38}O_2$ であると考えられる。

(4) **不鹸化物**　混合脂肪酸調製の際得られた粗不鹸化物を再鹸化し不鹸化物 28.5g を得た。脂肪物質からの収量は 12.5%，結晶をまじえた赤橙色軟質の固体で LIEBERMANN-BURCHARD 反応陽性を示した。

不鹸化物 25.0g をメタノール処理し，LIEBERMANN-BURCHARD 反応陽性の結晶部 7.8g を得た。これをメタノール，エタノールより再結晶を繰返えし，融点 146.7-147.2° なるコレステリン（融点 148°）5.5g を得た。再結晶母液に含まれた部分をアセチル化物としてメタノールから再結晶して融点 113.9-114.2° のコレステリンアセチル化物（融点 114.4°）の結晶を得た。

不鹸化物のメタノール処理濾液部 16.5g も LIEBERMANN-BURCHARD 反応陽性で，なお少量の結晶状物質をまじえていたが，これをアセチル化し，鹸化価 239.9，沃素価 63.2 なるアセチル化物 19.2g を得，この 18.0g を分溜して Table 5 の結果を得た。

Table 5. Fractional distillation of the acetylate of methanol-filtrate portion of unsaponifiable material.

Fraction	Boiling point °C/5mm-Hg	Yield		Sapon. Value	Iodine Value(Wijs)
		g	%		
1	—225	1.6	8.9	234.8	43.9
2	225—230	1.3	7.2	261.5	41.8
3	230—235	4.5	25.0	260.3	42.7
*4	235—240	5.1	28.3	248.9	61.9
*5	240—	3.1	17.3	230.8	64.6
*Residue	—	2.4	13.3	166.2	105.5

* Positive to LIEBERMANN-BURCHARD reaction.

溜分 1 より得た遊離アルコールを石油エーテル，エタノールから再結晶し，融点 59.5-60.0°，アセチル価 280.1 の結晶を得た。これはキミルアルコール（融点 60.5°，理論アセチル価 280.3）に該当する。溜分 2 と 3 を合し，これより得たる遊離アルコールを石油エーテル，エタノールより再結晶し，融点 69.0-69.5°，アセチル価 262.0 のバチルアルコール（融点 70°，理論アセチル価 261.9）に該当する結晶を得た。溜分 4 より得られた遊離アルコールはコレステリンを含むもののようであり，これをアセトンに溶解，強冷析出物を除いた濾液より，アセチル価 262.1，沃素価 65.5 の油状物質を得た。このものは大部分セラキルアルコール（理論アセチル価 262.2，理論沃素価 59.5）よりなるものと考えられる。溜分 5 より得られた遊離アルコールを溜分 4 同様アセトン処理，アセトン可溶部よりアセチル価 256.8，沃素価 77.4 の油状物質を得た。これもセラキルアルコールやそれに対応するより不飽和なアルコールよりなるものと考えられる。溜分 4 及び 5 のアセトン溶液からの析出物を各々，石油エーテルにて処理して，夫々より融点 59.0°，61.7° の結晶部を得た。これは LIEBERMANN-BURCHARD 反応陽性で，前記アルコール類にコレステリンをまじえたもののようであつた。溜分 1 から 5 までの石油エーテル濾液を合して，これよりアセチル価 256.4，沃素価 94.7 なる油状物質を得た。これも大部分が前記の不飽和アルコールよりなるものと考えられ，炭化水素は存在しても微量にすぎないと考えられる。残留分は石油エーテル，メタノールより再結晶して，融点 113.8～114.3° のコレステリンアセチル化物の結晶を得た。

総　括

アブラツノザメ卵油の脂肪酸及び不鹸化物の成分検索を行つた。構成脂肪酸としてミリスチン酸，パルミチン酸，ステアリン酸，アラキジン酸，ゾーマリン酸，オレイン酸，$C_{21}H_{38}O_2$，$C_{23}H_{42}O_2$，リノレン酸，$C_{21}H_{32}O_2$，$C_{22}H_{34}C_2$ が存在し，更に $C_{21}H_{38}O_2$ の存在も推測される。不鹸化物は卵油の 12.5% でコレステリン，キミルアルコール，バチルアルコールが含まれ，この他にセラキルアルコールを主とする不飽和アルコールの存在も推測される。

終りに臨み，試料を御分譲下された函館水産物株式会社黒川寛氏に厚く感謝の意を表する。

文　献

1) 辻本満丸：東工試，**27** (15) 1 (1932).
2) 小野豊樹：農化，**8**，783 (1932).

水産物の油燒防止に関する研究—Ⅳ.
塩藏サケ・マスに対する酸化防止剤の適用に就いて*

外山健三・猿谷九万
(東京水産大学)

The Protection Method of Marine Products from their Deterioration Due to the Oxidation of Oil—Ⅳ.
Application of Some Antioxidants to Salting of Salmon

Kenzô Toyama and Kuman Saruya

The authors propose in this papar a procedure to apply some sorts of antioxidant to salting of salmon. The fish processed thus along a definite direction were examined organoleptically after storage for 3 to 6 months. Some chemical properties of the oil extracted from the processed fish were also examined.

The salt for the processing was prepared as follows: antioxidants such as butylated hydroxyanisole (B.H.A), ethyl protocatechuate (E.P.), and propyl gallate (P.G.) were diluted with common salt respectively up to various concentrations properly specified after the previous studies[1)2)].

With the case of B.H.A., the results of preservation experiment were found to be almost satisfactory. However, E.P. and P.G. being less effective as compared with B.H.A., developed a reddish brown off-colour especially in the abdominal part of the products.

緒　　言

先に著者等は，各種酸化防止剤の塩乾サンマに対する適用について研究を行つた結果，それらの中では，butylated hydroxyanisole (B.H.A.) の効果が最もすぐれており，且つ低濃度に於ては，製品に何等悪影響を与えない事を認めた[1)2)]。本報に於ては B.H.A. を塩藏サケ・マスに対して適用し，併せて近来，塩藏品の油燒防止に極めて有効であると云われる ethyl protocatechuate (以下 E.P. と略す)[3)] 及び propyl gallate (以下 P.G. と略す) の効果とを比較検討したので，その結果を此処に報告する。

実　　験

試料の調製

研究試料としては，カラフトマス，pink salmon を使用した。カラフトマスの魚獲並びに処理は本学実習船海鷹丸に於て行つた。即ち昭和 28 年 7 月上旬，北緯 54°20′，西経 173°9′ に於て魚獲した新鮮なカラフトマスの略同一体重のオスを選び，直ちに改良新巻の製造法[4)5)] に従つて処理した。即ち鰓，内藏等を除去して水洗した原料に対して 30 % の塩藏用塩 (用塩量の 30 % は腹塩，70% は合塩として使用した。) を用いて撒塩漬 (山漬に相当する) を行つた。5 日後に手返しを行つてこれらの塩を新しい塩 (前の 1/3 量，即ち原料の 10 %) と交換し，以後硫酸紙で包装し，−5～0°C の冷藏庫中に 6 ケ月間貯藏して試験に供した。

酸化防止剤は，何れもその計算量を山漬の塩藏用塩 (原料の 30 %) に直接混合して使用した。即ち前報の適効濃度から魚肉に対する酸化防止剤の使用量を算出し，これを参考として試験濃度を決定した。(第 1 表)

なお，酸化防止剤はその全量を用塩の一部とよくまぜ合せた後，更に之を残りの塩と可及的均一に混合し，酸化防止剤の濃度が所要濃度となる様に調製した。

1955 年 2 月 17 日受理

* 本報の一部は昭和 29 年 5 月関東支部例会にて講演

Table 1. Treatment of raw salmon.

No. of sample	Body weight*	Kind of antioxidant	Ratio of antioxidant**		
			to the NaCl	to the fish flesh (*a*)	to the fish flesh (*b*)
	gr.		%	%	%
1	1312	Control	0	0	0
2	1650	B.H.A.	0.02	0.006	0.011
3	1450	B.H.A.	0.05	0.015	0.011
4	1510	E.P.	0.10	0.030	0.026
5	1515	P.G.	0.10	0.030	——

* without viscera and gill-arches

** (*a*)=calculated from the quantity of salt (30% of the fish) employed in this work
(*b*)=calculated on the bases of "marginal use" defined in the preceding work

実験方法

前記製品を貯蔵3ケ月後及び6ケ月後に於て実験に供した。即ち3ケ月後に五官検査に依つて外観，臭等を検討し，二枚に卸して上身を分析に供し，下身は硫酸紙にて包装し引続き冷蔵庫に貯蔵して更に3ケ月を経過した後再び五官検査を行い，骨を卸して前同様分析して諸性状を検討した。

分析に際しては第1図に示した区分に従つて油脂を抽出した。その理由は，魚体部分によつて，油脂の含有量，環境の影響程度，及び酸化防止剤の浸入量に差がある事が考慮され，その結果魚体部分によつて油脂の変敗程度が当然異ると考えられるからである。

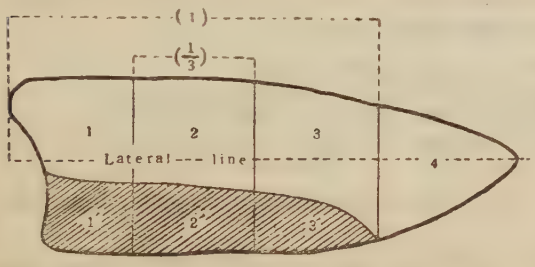


Fig. 1. Showing various parts of the sample body, from which oil was extracted

測定法

油脂の抽出法：細切した試料に約3倍量の脱水芒硝を加え，これをよく擂潰混合した後，過酸化物を除いたエーテルを使用して Sohxlet 法に従つて油脂を抽出した。(抽出時間3時間)

油脂の性状測定法*：過酸化物価は LEA の *"Hot" Method*[6] を使用し，油脂 1 gr. に要する 0.01 N-$Na_2S_2O_3$ 溶液の cc.，数を以て表示した。沃素価は WIJS 法によつた。

B.H.A. の定量法：魚肉中の B.H.A. の定量法については未だ検討の余地があるが，此処では便宜上次の方法を採用した。即ち魚肉の一定量から Sohxlet を用いてエーテルで抽出した油脂からエーテルを駆除し，得られた油脂を J. H. MAHON & R. A. CHAPMAN[7] の方法に従つて石油エーテル溶液とし，B.H.A. を 72%アルコールで抽出しこれに塩化第二鉄と α-α′ Dipylidyl を加えて，得られる発色をルメトロン光電比色計により波長 515 mμ の吸光値を測定して算出した。

結 果 及 考 察

1. 五官検査

イ) 外観（第2表参照）

貯蔵3ケ月後に於ては，B.H.A. を使用したものは，対照と変りなかつたが，E.P. 及び P.G. を使用したものは何れも紫色を帯びて外観を損じていた。6ケ月後に於ては B.H.A. を使用したものは，対照にまさり良好な状態を示した。これに対して E.P. 及び P.G. を使用したものは何れも対照よりも光沢があり，その油焼防止効果は認められたが，腹部正中線附近に依然として赤紫色が認められ，外観を損じていた。

* 本実験でも，前報と同様に初め二三の試料について酸化酸の定量を行つたが，その差が少なく増加も緩慢であつたので以後の測定は省略した。

Table 2. External appearance of the processed salmon

No. of sample	Antioxidant Kind	Ratio to the fish flesh	Colour after storage for 3 months *a*	Colour after storage for 3 months *b*	Colour after storage for 6 months *a*	Colour after storage for 6 months *b*
		%				
1	Control	0	normal	normal	normal, without luster	tinged yellow
2	B.H.A.	0.006	normal	normal	normal, slight lustrous	tinged light yellow
3	**B.H.A.**	**0.015**	**normal**	**normal**	**normal, lustrous**	**tinged sligt yellow**
4	E.P.	0.030	tinged slight violet	tinged reddish violet	normal, lustrous	tinged slight reddish violet
5	P.G.	0.030	tinged slight violet	tinged reddish violet	normal, lustrous	tinged slight violet

a=Body *b*=Part of ventral median line

ロ) 肉肌の色（第3表参照）

貯蔵3ケ月後に於ては B.H.A. を使用したものは、対照より良好であつた。E.P. 及び P.G. を使用したものは部分 1, 2, 3, 4（身卸面）は大体良好であつたが塩蔵用塩と直接接触した部分 1′, 2′, 3′（腹膣壁）が赤紫色に変色して外観を損じていた。

6ケ月後に於ては B.H.A. の使用による効果は可成り明瞭であつたが，E.P. 及び P.G. を使用したものでは依然として部分 1′, 2′, 3′ に紫色が認められ外観を損じていた。

Table 3. Colour of the processed salmon flesh

No. of sample	Antioxidant Kind	Ratio to the fish flesh	Stored 3 months Part (*a*)	Stored 3 months Part (*b*)	Stored 6 moeths Part (*a′*)	Stored 6 moeths Part (*a″*)	Stored 6 moeths Part (*b*)
		%					
1	Control	0	light red	light yellow	light yellow	slight yellow	light yellow
2	B.H.A.	0.006	light red, looks fresh	tinged light red	light yellow	light red, looks fresh	light yellow
3	**B.H.A.**	**0.015**	**light red, looks fresh**	**tinged light red**	**light red**	**light red, looks fresh**	**tinged light red**
4	E.P.	0.030	light red, tinged violet, looks fresh	reddish violet	light red, tinged light violet	light red tinged light violet, looks fresh	dark violet
5	P.G.	0.030	light red, looks fresh	reddish violet	tinged light red	light red, looks fresh	tinged slightly violet

Part (*a*)=parts 1, 2, 3, 4, shown in Fig. 1 Part (*b*)=parts 1′, 2′, 3′. shown in Fig. 1
Part (*a′*)=part (*a*) dressed after 3 months Part (*a″*) =part (*a*) dressed after 6 months

ハ) 臭（第4表参照）

酸化防止剤の使用に伴う薬品臭は実験の範囲内の濃度では認められなかつた。

酸敗臭は貯蔵3ケ月後に於ては何れも認められなかつた。6ケ月後になると酸化防止剤を使用しなかつた対照にやゝ強く認められたが，酸化防止剤を使用したものでは何れも微弱で，それ等の使用効果が認められた。

なお同時に味を検討したが何れも大差は認められなかつた。

2. 試料から抽出した油脂の性状

イ) 沃素価

第5表に示す如く，貯蔵6ケ月のものは，何れも3ケ月のものよりも低下した。B.H.A. 及び E.P. を使

Table 4. Odour of the processed salmon flesh

No. of sample	Antioxidant Kind	Ratio to the fish flesh %	Stored 3 months Odour of antioxidant	Stored 3 months Rancid odour	Stored 6 months Rancid odour
1	Control	0	−	−	++
2	B. H. A.	0.006	−	−	+
3	B. H. A.	0.015	−	−	±
4	E. P.	0.030	−	−	±
5	P. G.	0.030	−	−	±

用したものは，一般に対照よりも高い値を示し，中でも B. H. A. を魚肉に対して，0.015 % の割合で使用したものが，最も高い値を示して油脂の変化が少い様に思われるが，試料の数が少いので，そう断定する事も難しく今後の研究に俟ちたい。P.G を使用したものは寧ろ対照よりも低い値を示し，沃素価に関しては，その効果に疑問を抱かせた。

Table 5. Iodine value of extracted oil of the processed salmon

No. of sample	Antioxidant Kind	Ratio to the fish flesh %	Months of strage	Iodine value of oil extracted from the portions of processed salmon flesh Part 1	Part 2	Part 1′	Part 2′
1	Control	0	3	142.4	143.8	141.6	143.1
			6	141.8	139.4	——	138.3
2	B. H. A.	0.006	3	147.3	146.5	144.6	145.9
			6	137.9	136.4	135.0	140.3
3	B. H. A.	0.015	3	167.2	171.5	167.4	167.3
			6	163.6	160.0	——	165.3
4	E. P.	0.030	3	148.2	147.7	145.6	147.6
			6	148.2	141.1	143.2	147.5
5	P. G.	0.030	3	139.5	137.9	137.7	138.3
			6	134.5	135.2	135.5	132.5

ロ） 過酸化物価

貯蔵 6 ケ月後に於ける過酸化物価は，第 6 表に示す如く対照に於ては油脂含有量の多い腹腔壁（部分 1′, 2′）の方が他の部分（部分 1, 2）よりも高い値を示し全般に油焼が相当進んでいる事が窺われるが，B. H. A. を使用したものでは何れも対照の相当する部分のものよりも低い値を示しており，一応過酸化物価の絶対値からはその酸化防止効果が認められる。しかも腹腔壁部分の方が他の部分よりも低い傾向を示しているがこれは後述の B. H. A. の含有量測定の結果に明らかな様に，B. H. A. 浸入量が他の部分よりも多い為であると考えられる。他の酸化防止剤を使用したものでは，腹腔壁の部分と他の部分と大差はないが，対照に

Table 6. Peroxide value of the oil extracted from the processed salmon after 6 months' storage (cc., 0.01 N $Na_2S_2O_3$/gr. Oil)

No. of sample	Antioxidant Kind	Ratio to the fish flesh %	peroxide value of oil extracted from the portions of processed salmon flesh Part 1	Part 2	Part 1′	Part 2′
1	Control	0	11.93	12.06	27.99	18.01
2	B. H. A.	0.006	9.51	9.53	9.33	9.88
3	B. H. A.	0.015	9.54	7.87	6.87	6.96
4	E. P.	0.030	16.75	13.14	18.53	10.59
5	P. G.	0.030	10.26	——	12.15	7.16

比べて腹腔壁の部分のみが低い値を示し，多少効果がある様に見えるが，B.H.A. に比べるとはるかに効果は劣ると思われる。

ハ） B.H.A. の浸入量

貯蔵6ケ月後に於て部分 3 及び 3′ について B.H.A. の含有量を測定した結果を第7表に示した。即ち腹腔壁の部分（3′）の方が他の部分（3）よりも B.H.A. 含有量の多い事を示しているが，これは次の様に考えられる。

（1） B.H.A. の浸入は腹腔壁からの方が表皮を通してよりも一層浸入しやすいであろう。

（2） 又，腹腔壁の部分は他の部分よりも油脂含有量が多い[8]から，B.H.A. の様な脂溶性酸化防止剤では油脂含有量の少ない他の部分に比し，その浸入が一層容易であると考えられる。

なお，先に猿谷等が行った B.H.A. の浸入量に関する研究[9]に示される様に，B.H.A. が製品の油脂中に少しでも存在する間は，その油脂の酸化を防止する事が期待されるから，本研究に於ける製品は，測定値の少い憾みはあるが，更に長期に亘っても油焼防止効果が持続され得るものと推定される。

Table 7. Quantity of B.H.A. having permeated into the oil of the processed salmon (examined after storage of 6 months)

No. of sample	Quantity of B.H.A. employed		Quantity of B.H.A. extracted from the salmon (Ratio to the fish flesh)	
	Ratio to the NaCl	Ratio to the fish flesh	Part 3	Part 3′
2	0.02 %	0.006 %	0.195 mg%	0.593 mg%
3	0.05	0.015	0.727	1.983

3. 酸化防止剤に対する塩蔵用塩の影響

酸化防止剤の計算量を添加混合した塩蔵用塩を試薬瓶に貯蔵した処，B.H.A. を添加したものは何等変化しなかったが，E.P. 及び P.G. を添加したものはそれぞれ淡褐色及び黄褐色に着色した。これは多分，用塩中に存在した鉄によって，タンニン鉄系統の着色物質が生成した為であろうと思われる。E.P. 及び P.G. を使用した塩蔵カラフトマスが著しく変色した理由の一つは，少くとも，この塩蔵用塩の着色の影響を受けたものであろう。従って E.P. や P.G. の様な酸化防止剤を塩蔵品に適用する場合には塩蔵用塩を充分吟味する必要があると思われる。

要　　約

以上の結果から見ると，塩蔵サケ・マスの貯蔵中に起る油焼は，酸化防止剤を適当に塩蔵用塩にまぜて使用する事によって或程度まで防止出来る事が推定される。

本実験では，酸化防止剤は塩蔵用塩と共に初めの 5 日間だけ魚体と接触させたのであるが油焼防止には，B.H.A. が魚体に対して 0.015 %のものがもっとも有効であった。然し乍ら，B.H.A. の使用量を更に増したり或は処理期間を延長する事に依って，更に良い結果を得る事が出来るか如何かは今後の研究に俟たなくてはならない。

E.P. 及び P.G. を使用したものは，製品の油焼防止効果は幾分認められたが，製品に特異な赤紫色を附与する傾向があり，特に塩蔵用塩が直接接触した腹腔壁を変色させて著しく外観を損じた。従って E.P. 及び P.G. 等では，その使用量を更に少なくしてこの変色を可及的少なくする事も考えられるが，その様な低濃度では，これまでの研究の結果から考えて，塩蔵サケ・マスに対しては余り有効とは考えられない。

本研究に際して種々御助言を賜った本教室助教授野中順三九氏，講師安藤一夫氏，カラフトマスを供与された本学実習船海鷹丸一等航海士小沢敬次郎氏，酸化防止剤を供与された日本揮発油株式会社遠藤善臣博士及び高砂香料株式会社，並びに実験の一部を担当された本学学生繁宮治夫君に深甚なる謝意を表する。尚，本研究は，水産庁より農林省水産業技術試験研究費の補助を受けた事を附記して感謝の意を表する。

引 用 文 献

1） 猿谷九万，外山健三，安藤一夫：本誌，**20**，58—65（1954）
2） 猿谷九万，外山健三，安藤一夫：本誌，**20**，66—72（1954）
3） 舟橋英哉：香料，**22**，1—8（1952）
4） 小笠原秀雄：「塩蔵実際」水産製造工学講座1巻，厚生閣，東京（1940），pp. 9～16
5） 松下高，高山謙治：“鮭鱒聚苑”水産社，東京，（1942）pp. 444～448
6） C. H. Lea: *J. Soc. Chem. Ind.* **65 T**, 285—291 (1946)
7） J. H. Mahon and R. A. Chapman: *Anal. Chem.* **23**, 1116—1119 (1951)
8） 長谷川瀬成：水産研究誌，**32**，314—317（1937）
9） 猿谷九万，安藤一夫，繁宮治夫：本誌，**20**，73—78（1954）

魚体成分の抗菌作用に関する研究—Ⅶ. 酸化イカ肝油の抗菌作用について

富安行雄・豊水正道
（九州大学農学部水産化学教室）

Studies on the Antibiotic Action of Fish Components—Ⅶ. On the Antibiotic Action of the Autoxidized Calamary Oil

Yukio Tomiyasu and Masamichi Toyomizu

In the present work the spectrum and the mode of action of the antibiotic autoxidized calamary oil and the reversal of inhibitory action of it were investigated, and the following results were obtained.

1) The autoxidized calamary oil inhibits the growth of bacteria independently of their Gramstaining characters, and it shows weak antibiotic activity on molds and some strains of yeasts and Fungi imperfecti.

2) The antibiotic action of the autoxidized calamary oil causes the prolongation of the lag period and is effective when added at the beginning of culture, while the autoxidized calamary oil stimulates the growth of organisms in certain cases when added at the stationary period.

3) The antibiotic action of the autoxidized calamary oil is not reversed by sulfhydryl compouds and surface active substances such as cholesterol, lecithine and α-tocopherol; but it is reversed by unsaponifiable matter of plant oil, medicinal yeast and among tested adsorbents only by activated charcoal.

4) It seemed that the antibiotic action of the autoxidized calamasy oil depended on an oxidative product, whose mode of action differed from those of unsaturated fatty acids, saturated fatty acids and surface active substances.

著者等は前報[1]に於てイカ肝油が酸化により抗菌作用を出現することを明かにした。直鎖脂肪酸及びそれ等の石鹸の抗菌作用については古く Bayliss[2] の研究があり，その後数多くの研究が行われ，最近Kodicek [3] は不飽和脂肪酸の抗菌作用について界面活性剤としての見地からその作用機構を追求した。酸化油及び酸化不飽和脂肪酸の抗菌作用に関する研究は極めて少いので本報に於ては酸化イカ肝油の抗菌性を明かにする目的で抗菌スペクトラム，抗菌型式及び抗菌作用に対する阻害物質について研究を行つた。

実　験　の　部

Ⅰ. 酸化イカ肝油の抗菌スペクトラム

供試酸化イカ肝油は M/100 になる如く Cu-stearate を添加した精製イカ肝油（沃素価 185.9，過酸化物価 0.8）を乾燥酸素吹込み下で 100°C，1.5時間酸化したものである。抗菌力の検定は Agar streak method により次の如くして行つた。即ち 18 株の細菌類は Bouillon 寒天培地で 37°C に於て 24 時間，26 株の真菌類は Peptone-Hayduck 寒天培地又は麦芽汁寒天培地で 30°C に於て 48 時間微生物の発育を完全に阻止するのに要する酸化イカ肝油の必要量を求めた。また著者等は微量の硫酸銅を含んだ培地に魚油を添加すると抗菌作用が出現し，この現象は魚油の酸化に基くと推論したが[4]，培地に硫酸銅を 5×10^{-4}M になる如く添加した場合に微生物の発育を完全に阻止するのに要する新鮮イカ肝油の必要量をも測定した。それ等の

1955 年 2 月 7 日受理

結果の一部を Table 1. に示した。不飽和脂肪酸の抗菌作用が Gram 染色性と関係があり，Gram 陽性菌に抗菌性を有することを KODICEK[3] 及び NIEMAN[5] が指摘しているが，著者等の結果では酸化イカ肝油の抗菌作用は細菌類に対しては Gram 染色性には殆ど無関係に作用した。真正酵母菌及び不完全菌に対しては抗菌作用の弱い場合もあり，また抗黴性は一般に弱かつたが *Penicillium* 属の2菌株に対しては *Aspergillus* 属の7菌株に対してよりも遙に強く作用した。各菌株に対する酸化イカ肝油の必要量は培地に微量の硫酸銅を添加した場合の新鮮イカ肝油の必要量より小であるが両者は略々比例し，酸化イカ肝油の抗菌作用機構と硫酸銅の添加により出現する新鮮イカ肝油の抗菌作用機構とは密接な関係があることを示している。

抗菌性物質の抗菌力が培地の組成に影響されることは屢々指摘されているので *Debaryomyces membranaefaciens*（以下 *D.m.* と略記する）を供試菌として培地組成の影響について試験した結果，麦芽汁寒天培地でも Peptone-Hayduck 寒天培地でもまた Peptone-Hayduck 培地では Peptone が 0.1～1% に於ては Peptone 含量の多少に拘らず抗菌力に差異は表われなかつた。

Table 1. Antimicrobial spectrum of the autoxidized calamary oil and fresh calamary oil in the presence of $CuSO_4$ (5×10^{-4}M). (10cc Medium)

	Autoxidized calamary oil	Fresh calamary oil	Medium
Vibrio aquatilis	50 mg	75 mg	B
Pseudomonas aeruginosa	100	100	B
Micrococcus perflavus	50	75	B
〃 *subflavus*	10	25	B
Streptococcus liquefaciens	75	100<	B
Proteus vulgaris	25	100	B
Flavobacterium marinum var.	50	50	B
Bacillus subtilis	50	75	B
〃 *repens var.*	5	10	B
Escherichia coli	50	25	B
Saccharomyces sake	100<	100<	W
Zygosaccharomyces soja	50	100	W
Debaryomyces membranaefaciens	10	10	P
Hansenula javanica	100<	100<	P
Schizosaccharomyces pombe	25	75	W
Torula utilis	100	100<	P
Rhodotorula sp.	5	25	P
Oospora lactis	100<	100<	P
Mucor christianes	75	100<	P
Rhizopus japonicus	100<	100<	P
Aspergillus oryzae	100<	100<	P
Penicillium chrysogenum	25	50	P

Medium : — B : Bouillon agar, W : Wort agar, P : Peptone-Hayduck agar.

Ⅱ. 酸化イカ肝油の抗菌型式

酸化イカ肝油の微生物発育阻害現象を観察するために供試菌として *D.m.* 及び *Escherichia coli*（以下 *E. coli* と略記する）を用い，酸化イカ肝油を菌の接種前，対数期及び定常期に添加した場合の菌の発育状態を光電光度計で追求した。その結果を Fig. 1,2 に示した。BAUERNFEIND 等[6]，STRONG 等[7]，KODICEK 等[3]及び THOMA 等[9] は不飽和脂肪酸の抗菌作用は主として誘導期の延長によるものであり静菌的に作用すると述べているが，著者等の実験結果でも接種前に添加した場合には *D.m.* に対しても *E. coli* に対しても同様に主として誘導期阻害が表われその結果誘導期の延長が認められたが，その添加量によつては対数期阻害は弱いこともあつた。また溶菌作用は全く認められなかつた。対数期に添加した場合には発育阻害は弱く，定常期に添加した場合にはその添加量によつては明かに発育促進現象が表われ，Linoleic acid で BAUERNFEIND 等[6]，及び STRONG 等[7] が，Oleic acid で HUTCHING 等[10]，WILLIAMS 等[11] 及び DUBOS[12] が認めた所謂 "Double action" が酸化イカ肝油でも表われた。即ち酸化イカ肝油の抗菌作用は主として誘導期の延長によるものであり菌の発育初期に添加した場合に有効であることを明かにした。

Ⅲ 酸化イカ肝油の抗菌作用に対する阻害物質

抗菌性物質の作用機構を明かにする目的で抗菌性物質に対する阻害剤の研究は数多く行われている。界面

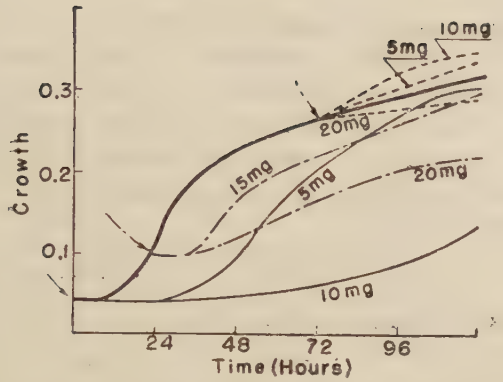


Fig. 1. Antimicrobial effect of the autoxidized calamary oil on *Debaryomyces membrauaefaciens*

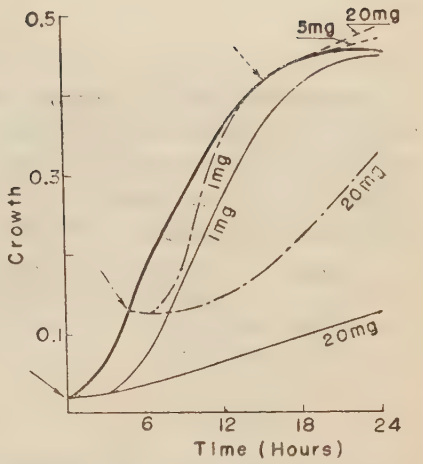


Fig. 2. Antibacterial effect of the antoxidized calamary oil on *Escherichia coli*

活性剤の抗菌作用は Cholesterol, Lecithine により阻害され，不飽和脂肪酸の抗菌作用は Cholesterol, Lecithine[3)8)14)], α-Tocopherol[3)8)] 及び或る種の蛋白質例えば血清等[3)12)]により阻害され，澱粉[15)16)17)]及び活性炭[3)8)17)]等が吸着剤として作用することにより油状物質の抗菌作用が阻害され，さらに各種抗菌性物質の作用が Cysteine 及び Glutathion の如き Sulfhydryl 化合物によつて阻害されることは既に報告されている。仍て上記阻害物質について 10cc の Peptone-Hayduck 培地に酸化イカ肝油を *D.m.* の発育阻止に必要な最低量即ち 10 mg 添加して阻害作用の有無を試験した。その結果を Table 2. に示した。即ち酸化イカ肝油の抗菌作用は Cholesterol, Lecithine 及び α-Tocopherol の如き界面活性剤によつても，Sulfhydryl 化合物によつても全く阻害されず，吸着剤としては活性炭によつてのみ阻害された。また Biotin 及び Biotin の作用をなす Stearic acid, Oleic acid によつても阻害されなかつたが椿油，胡麻油及び亜麻仁油等の植物油により阻害され，その有効物質は植物の固形油及び液体油には存しないで不鹸化部に存在した。尚培地に微量の硫酸銅を添加して出現する新鮮イカ肝油の抗菌作用に対する阻害作用も上記酸化イカ肝油に対する阻害作用と略と同一であつた。

Table 2. Reversal of the inhibitory action of the autoxidixed calamary oil on *Debaryomyces membranaefaciens* by various substances (10 mg autoxidized calamary oil/10cc medium).

	Maximum amounts added	Growth of the yeast
Cholesterol	75 mg	−
Lecithine	75	−
α-Tocopherol	50	−
Cysteine	100	−
Glutathion	30	−
Na-thioglycollate	20	−
Activated charcoal	10	+
Starch	100	−
Medicinal yeast	100	+
Tsubaki oil	50	+
Stearic acid	50	−
Oleic acid	50	−
Biotin	1	−

考　　察

不飽和脂肪酸の抗菌作用には不飽和度が，飽和脂肪酸の抗菌作用には炭素数が大きな因子であり，不飽和脂肪酸では不飽和度の大きい程，飽和脂肪酸では $C_8 \sim C_{14}$ の脂肪酸が強力な抗菌作用を有することは既に報告されている[3)5)]。油脂の酸化により出現する抗菌力と基質の不飽和度との関係について Methyl oleate, linoleate 及び linolenate を酸化して追求したところ Table 3. に示した如く酸化により出現する抗菌力は基質の不飽和度と密接な関係があり不飽和度の大きいもの程抗菌力は大であつた。魚油の酸化により出現する抗菌作用と不飽和脂肪酸の抗菌作用とについて検討してみると，抗菌力が不飽和度に関係があること及び抗菌型式では極めて類似しているが，酸化イカ肝油の抗菌作用は Gram 染色性と無関係であること，不飽和脂肪酸に対する阻害剤である Cholesterol, Lecithine 及び α-Tocopherol 等により全く阻害されないこと及び不飽和脂肪酸の抗菌作用はエステル化することにより消失するといわれているが[3)]，酸化により出現する抗菌作用は Table 4. に示した如く酸化条件さえ同一であればイカ肝油でも，イカ肝油脂肪酸でもまたイカ肝油肪脂酸メチールエステルでも酸化により出現する抗菌力は等しかつたことから考えると酸化油の抗菌作用と不飽和脂肪酸の抗菌作用とは全く異つたものであり，Roth 等[18)]が不飽和脂肪酸は本来抗菌作用を有するものではなく不飽和脂肪酸の抗菌作用は総て実験中に不飽和脂肪酸が酸化して生じた酸化物によるものであると主張しているのは妥当でない。酸化イカ肝油の抗菌作用が前述の如く Cholesterol, Lecithine 及び α-Tocopherol の如き界面活性剤により阻害されないこと及び広範囲の菌種に作用すること等は飽和脂肪酸の抗菌作用と類似している点ではあるが，飽和脂肪酸の抗菌作用は培地の pH により影響されて酸性側に於て抗菌力が顕著に大であるといわれ，この原因について Karabinos 等[19)]は酸性に於ては脂肪酸が微生物或は微生物に必須の蛋白質と化学的に結合し易いためであると説明しているが，著者等の実験結果では

Table 3. Antibiotic activity of autoxidized methyl esters of unsaturated fatty acids on *Debaryomyces membranae aciens*.

Methyl ester	Oleate	Linoleate	Linolenate
Antibiotic activity	Dilution units per gram of substance		
	100	200	400

Each of methyl esters was oxidized at 100°C for 1.5 hours by blowing oxygen in the presence of M/100 Cu-stearate.

Table 4. Production of the antibiotic action by the oxidation of calamary oil and fatty acids and methyl esters derived from it.

Oxidizing time (hours)	1.5	3	5	7
Calamary oil	1000	1000	400	400
Calamary oil fatty acids	1000	1000	400	400
Calamary oil methyl esters	1000	1000	400	400

Each sample was oxidized at 100°C by blowing oxygen in the presence of M/100 Cu-stearate.

Table 5. Growth of *Debaryomyces membranaefaciens* at various pH in the presence of the antibiotic autoxidized calamary oil.

Autoxidized calamary oil added (mg) \ pH	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
10	−	−	−	−	−	−
7.5	+	+	+	+	+	+
0	++	++	++	++	++	++

Table 5. に示した如く酸化イカ肝油の抗菌力と培地の pH との間にはさして密接な関係は認められず酸性に於て特に抗菌力が大であるという現象は現われなかった。このことより酸化イカ肝油は飽和脂肪酸とも異った抗菌作用機構によって微生物に作用すると考えられる。次に酸化イカ肝油が界面活性剤として微生物や培地に作用して抗菌作用を示すことも考えられるがこのような性質のものであるならば培地に無機塩或は他の界面活性剤を添加して界面活性を変化させると抗菌力も変る筈であるが酸化イカ肝油の抗菌作用は培地に食塩を5%迄添加しても又 Tween 20, Cholesterol, Lecithine 及び α-Tocopherol の如き界面性剤を添加しても抗菌力は全く変化しなかったので界面活性剤として作用しているとも考えられない。

上述の諸点から考察すると酸化イカ肝油の抗菌作用は不飽和脂肪酸或は飽和脂肪酸の抗菌作用とは異ったものでありまた酸化に伴う界面活性に由来するものでもなくて，酸化により生成する是等と作用機構を異にする酸化生成物によると考えるのが妥当であらう。

総　　括

1. 酸化イカ肝油は細菌類に対しては Gram 染色性には殆ど無関係に作用し，抗黴性は一般に弱く或る種の真正酵母菌及び不完全菌に対しても抗菌作用が弱い場合もあった。抗菌力は培地に微量の $CuSO_4$ (5×10^{-4}M) を添加して出現する新鮮イカ肝油の抗菌力と略々比例した。

2. 酸化イカ肝油の抗菌作用は主として誘導期の延長によるもので菌の発育初期に添加した場合に有効であった。定常期に添加した場合には添加量によっては発育促進作用が表われた。

3. 酸化イカ肝油の抗菌作用は Cholesterol, Lecithine 及び α-Tocopherol の如き界面活性剤によっても，Sulfhydryl 化合物によっても阻害されず，植物油の不鹸化物，薬用酵母及び吸着剤としては活性炭によってのみ阻害された。

4. 酸化イカ肝油の抗菌作用は不飽和脂肪酸，飽和脂肪酸及び界面活性剤とは抗菌作用機構を異にする酸化生成物によるものと考えられる。

文　　献

1) 富安行雄・豊水正道・高橋喜久雄：本誌，**18**, 530 (1953).
2) M. Bayliss : J. Bact., **31**, 489 (1936).
3) E. Kodicek : Symposia Soc. Exptl. Biol., **3**, 217 (1949).
4) 富安行雄・豊水正道：本誌，**18**, 155 (1952) ; **19**, 963 (1954).
5) C. Nieman : Bact. Reviews, **18**, 147 (1954).
6) J.C. Bauernfeind, A.L. Sotier & C.S. Boruff : Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., **14**, 666 (1942).
7) F.M. Strong & L.E. Carpenter : *Ibid.*, **14**, 909 (1942).
8) E. Kodicek & A.M. Worden : Biochem. J., **39**, 78 (1945).
9) R.W. Thoma & W.H. Peterson : J. Bact., **60**, 39 (1950).
10) B.L. Hutching & E. Boggiano : J. Biol. Chem., **169**, 229 (1947).
11) W.L. Williams, H.P. Broquist & E.E. Snell : J. Biol. Chem., **170**, 619 (1947).
12) R.J. Dubos : J. Exptl. Med., **85**, 9 (1947).
13) H.N. Glassman : Bact. Reviews, **12**, 105 (1948).
14) E.S. Wynne & J.W. Foster : J. Infectious Diseases, **86**, 33 (1950).
15) J.W. Foster & E.S. Wynne : J. Bact., **55**, 623 (1948).
16) W.A. Hardwich, B. Guirard & J.W. Foster : J. Bact., **61**, 145 (1951).
17) M.R. Pollock : Symposia Soc. Exptl. Biol., **3**, 193 (1949).
18) N.G. Roth & H.O. Halvorson : J. Bact., **63**, 429 (1952).
19) J.V. Karabinos & H.J. Ferlin : J. Am. Oil Chemists' Soc., **31**, 223 (1954).

魚体成分の抗菌作用に関する研究—Ⅷ. 酸化魚油中の抗菌性物質の分別

豊水正道
(九州大学農学部水産化学教室)

Studies on the Antibiotic Action of Fish Components—Ⅷ. Fractionation of an Antibiotic Substance from Autoxidized Fish Oils

Masamichi Toyomizu

In the present work, the stability of the antibiotic autoxidized fish oils and the fractionation of an antibiotic substance have been studied, and the following results were obtained.

1) The antibiotic autoxidized fish oils are not stable to thermal treatment by which further oxidation is promoted. They are also unstable to alkaline treatment, but stable to ultraviolet radiation.

2) An antibiotic substance could not be fractionated by the vacuum or steam distillation. The urea segregation has been found to be a useful technique for the fractionation of it.

3) An antibiotic substance, contained in autoxidized fatty acids or methyl esters derived from shark liver oils, was concentrated into petroleum ether soluble fraction which do dot form urea complex. Further purification was carried out by chromatography using activated charcoal and petroleum ether.

魚油が紫外線照射及びオゾン化により抗菌作用を現わし，この作用は過酸化物価と関係があることは既に報告され[1-3]，又最近不飽和脂肪酸の酸敗により生ずる抗菌作用は酸化により生ずる過酸化物に基くという主張がある[4,5]。一方 Ferlin 等[6] は Tall oil-ethyleneoxide condensate をオゾン化して得た Polyethenoxy tallate ozonide が抗菌作用を示し，この抗菌性物質を蒸気蒸溜により分離して Pelargonic acid CH_3-$(CH_2)_7$ COOH (B.P.250°C) であると報告し，更に油の酸化物からは Pelargonic acid が屢々検出されているので同氏等[7] は酸敗油の抗菌作用は油の酸敗により生成する Pelargonic acid によると述べている。

著者等[8] がイカ肝油を用いて行った酸化条件と抗菌作用出現に関する実験結果によると，過酸化物価が大となるような低温における酸化では出現する抗菌力は小であり，100°C に於て Cu-stearate を M/100 になる如く添加して乾燥酸素吹込み下で 1.5～3.0 時間加熱した場合が酸化油の抗菌力は最大であつて，この時の過酸化物価は他の状態における酸化に比し決して大なるものではなく，過酸化物価と抗菌力との間には直接的な関係は認められなかつた。

本報では抗菌性酸化油の安定性を明かにした後，水蒸気蒸溜法及び減圧蒸溜法により抗菌性物質の分別を試みた処酸化魚油の抗菌性物質を分離し得なかつた。しかし尿素附加物による分別を行つたところ，高濃度の抗菌性油状物質を得たのでその結果を報告する。

実 験 の 部

Ⅰ. 抗菌性酸化魚油の安定性

酸化魚油中の抗菌性物質を分離するに当り，操作を撰択する上にその物質の安定性を明かにすることが必要であると考え，先ず熱に対する安定度を酸化イカ肝油 (抗菌力 1,000) を試料として試験した。その結果は Table 1. に示した如くであつて，抗菌性物質は明かに酸化過程に生ずる中間生成物であり更に酸化を進めるような条件下では不安定であつた。その他の場合では熱に対して比較的安定であつて特に減圧下及び炭酸ガス中では熱に対して安定であつた。又紫外線照射に対しても安定であつて石英水銀燈で 2 時間照射して

1954 年 2 月 7 日受理

も抗菌力は全く変化しなかつた。抗菌性酸化イカ肝油は等量の水と1時間煮沸しても抗菌力に変化はなかつたが，これを酸化すると抗菌性を全く失つた。即ちアルカリに対しては極めて不安定で同量の 0.1 N NaOH と室温で 10 分間振盪する丈で抗菌力は半減した。然し乍ら酸に対しては安定であつた。

Table 1. The stability of the antibiotic autoxidized calamary oil on thermal treatment.

At 30°C.

days	0	10	25
In air	1,000	400	400
In carbon dioxide	1,000	1,000	1,000

At 100°C.

hours	1.5	3	4.5	6
Blowing of oxygen	1,000	400	400	200
In air	1,000	1,000	400	400
Under vacuum (5mm. Hg)	1,000	1,000	1,000	1,000
Blowing of carbon dioxide	1,000	1,000	1,000	1,000

At 200°C.

hours	0	0.5	2
In air	1,000	400	400
Under vacuum (5mm. Hg)	1,000	1,000	1,000

Ⅱ．酸化魚油より抗菌性物質の分別

前述の如く抗菌性物質は温度に対して安定であり減圧下においては 200°C で2時間抗菌力が変化しなかつたので減圧蒸溜による分離を試みた。蒸溜に当つてはグリセライドのまま分溜するよりも脂肪酸又は脂肪酸メチールエステルとして分溜するのが容易であり，是等3種の物質の酸化により出現する抗菌力には差異が表われなかつたので酸化イカ肝油及び酸化イカ肝油脂肪酸メチールエステルを用いて減圧蒸溜（5mm Hg）により分離を試みた。その結果前者では 63°C，後者では 60°C から溜出が始まりその時の金属浴の温度はそれぞれ 319°C，270°Cであつて溜出の最盛時には脂肪酸メチールエステルにおいても 300°C 以上であり，且つ各溜出区分はいづれも 200～1,000 の抗菌力を示した。上述のことと各区分の収量から考えて酸化により出現した抗菌性物質が溜出したのではなくて，むしろ加熱中に生成した物質が抗菌作用を示したものと思われる。又水蒸気蒸溜によつては抗菌性物質は全く溜出しなかつた。

最近不飽和脂肪酸の酸化生成物を尿素によつて分別する方法が報告されているが[9,10]，この方法は Bengen[11] が直鎖化合物が尿素と附加物を作ることを発見したことに始まり，油脂化学の分野では広く応用され，金田[12] は不飽和脂肪酸の毒性物質をこの方法により分別して尿素附加物を作らぬ部分に毒性が存在することを明かにした。又 Abū-Nasr 等[13] は魚油から高度不飽和脂肪酸を分別するに当り，魚油脂肪酸及びそのエチールエステルを試料とし，尿素を数回に分けて添加し尿素附加物を分別し高度不飽和脂肪酸の尿素附加物生成について難易を論じたが著者もこの方法に準じて（Fig. 1.）サメ肝油脂肪酸及びそのメチールエステル並びに常法[8] に

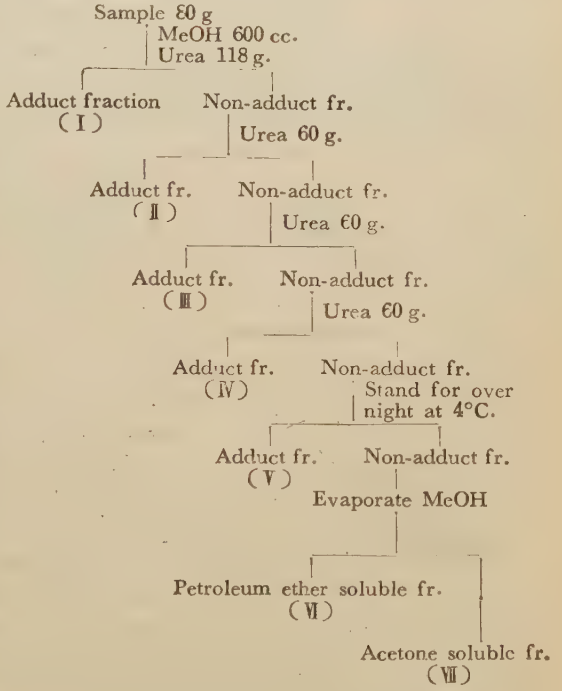


Fig. 1. Fractionation by the use of urea inclusion compounds.

より酸化した是等の酸化物（共に抗菌力 400）について分別を行つた。その結果尿素附加物からは試料 I ～ V を得，尿素附加物を作らぬ部分からは新鮮な未酸化の試料では石油エーテル可溶の試料 VI のみを，酸化した試料からは試料 VI 及びアセトン可溶部から脱水して得た試料 VII を得た。各区分について収量及び沃素価を，酸化した試料では是等の外に過酸化物価及び酸化の程度を知るために 230 mμ に於ける吸光係数を測定した。その結果は Fig. 2, 3. に示した。即ち新鮮サメ肝油脂肪酸及びそのメチールエステル（Fig. 2）では尿素附加物の生成状態は脂肪酸の場合とメチールエステルの場合とでは明かに異り，脂肪酸の場合では二重結合の多い部分は尿素附加物を作り難く，各区分は沃素価の順に配列し，沃素価の最も高い区分は尿素附加物を作らない区分（VI）であつた。然るにメチールエステルの場合は沃素価の高い区分も尿素附加物を生成し，沃素価の最も高い区分は尿素附加物を作らない区分（VI）ではなくて，4°C で析出した尿素附加物を形成する区分（V）であつた。是等は Abu nasr 等の結果とよく一致している。

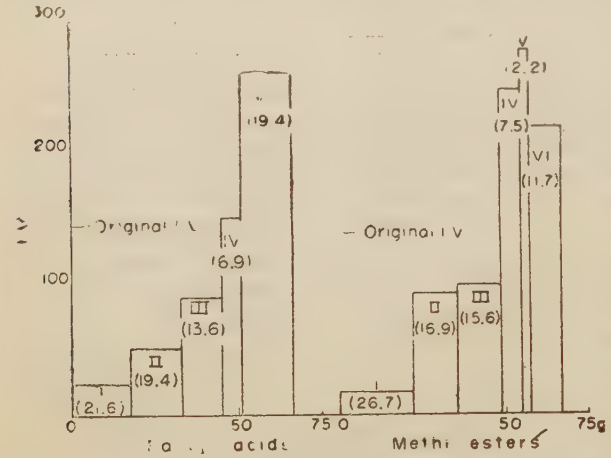


Fig. 2. Urea fractionation of fatty acids of shark liver oil and their methyl esters.

Numbers within bars refer to content (%) of fractions. Widths of bars indicate weighs of fractions, heights indicate iodine values.

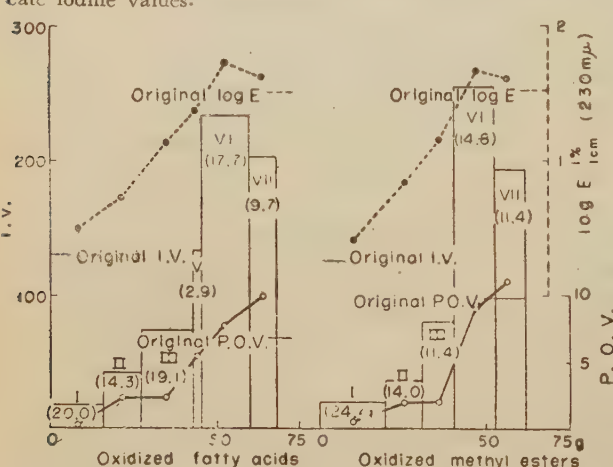


Fig. 3. Urea fractionation of fatty acids of autoxidized shark liver oil and their methyl esters.

Explanation of figure is the same as for Fig. 2, and circles indicate peroxide values (—○—) and log $E^{1\%}_{1cm}$ at 230 mμ (···•···).

然るに常法[3]で酸化を行つた酸化脂肪酸及び酸化脂肪酸メチールエステル(Fig. 3）では前の場合と趣を異にし，尿素附加物生成の難易は酸化による影響が大であつて，酸の型であるか，メチールエステルの型であるかという差異の影響は殆ど現れず，新鮮な場合に比して酸化物では尿素附加物は生成し難く尿素附加物を作らない区分（VI，VII）の収量が増大した。抗菌性物質は酸化脂肪酸でも酸化脂肪酸メチールエステルでも尿素附加物を生成しないで石油エーテルに可溶性の区分（VI）のみに濃縮され，抗菌性物質の分別にはこの両者の間に難易はなく，収量は前者で 17.7％，後者で 14.9 ％であつて抗菌力は共に 2,000 であつた。

このものは青褐色の液体油でこの儘の状態では不安定であり，これを石油エーテルに溶かし室温に放置すると重合物と思われる褐色の石油エーテル不溶物を析出するに伴い抗菌力は漸減し，この現象は極小量のアンモニアの添加により促進された。この点から抗菌性物質は油が酸化して生ずる重合体の Precursor であるとも考えられる。

尿素附加物を生成しない石油エーテル可溶の抗菌性油では抗菌性物質は石油エーテルから 85％エタノールに移行せず又活性アルミナによる Chromatography ではいづれの区分からも抗菌性物質は得られなかつた。これは吸着された抗菌性物質が溶出されないためと考えるよりも活性アルミナのアルカリ性反応のために抗菌性物質が不活性化されたと考える方が妥当であろう。

次に吸着剤として活性炭 Column(1.5

×13″) を用い酸化サメ肝油脂肪酸から尿素法により分別した試料（抗菌力 2,000）3.6 g を 50 cc の石油エーテル（B.P. 40°～70°C）にとかし，300 cc の石油エーテルで溶出して Chromatography を行つて抗菌力 3,000 の微黄色の油状物質（沃素価 245.6，過酸化物価 28.4）1.7 g を得た。この物質の化学的性質等については後報する。

摘　　要

1. 抗菌性酸化魚油の安定性及び分別法について研究した。

2. 抗菌性酸化魚油は酸化を進めるような加熱及びアルカリ処理に対しては不安定であつたが，紫外線照射には安定であつた。

3. 抗菌性酸化魚油は減圧蒸溜又は水蒸気蒸溜によつては分別されなかつたが尿素法により分別された。

4. 抗菌性物質は尿素分別法によると酸化サメ肝油脂肪酸においても酸化サメ肝油脂肪酸メチールエステルにおいても尿素附加物を生成しない石油エーテル可溶部に濃縮され，この抗菌性物質は活性炭による Chromatography で精製された。

終稿に当り終始懇篤なる御指導を賜つた富安教授に謝意を表する。

文　　献

1) R. S. Harries, J. W. Punker & N. A. Milas: J. Bact., **23**, 429 (1932).
2) T. Harada: Bull. Chem. Soc. J., **9**, 192 (1934).
3) F. A. Stevens: J. Bact., **32**, 46 (1936).
4) N. G. Roth & H. O. Halvorson: J. Bact., **63**, 429 (1952).
5) H. O. Halvorson: Proc. Second Conf. Res. Am. Meat Inst., 51 (1950).
6) H. J. Ferlin, A. T. Baullund & J. V. Karabinos: J. Am. Oil Chem. Soc., **31**, 103 (1954).
7) J. V. Karabinos & H. J. Ferlin: *ibid.* **31**, 223 (1954).
8) 富安行雄・豊水正道・高橋喜久雄：本誌，**18**，530 (1953).
9) J. E. Coleman, H. B. Knight & D. Swern: J. Am. Chem. Soc., **74**, 4886 (1952).
10) D. Swern, J. E. Coleman, H. B. Knight, C. Rocciuti, C. O. Willits & C. R. Eddy: *ibid.* **75**, 3135 (1953).
11) F. Pengen: Ger. Patent Application O. Z. 12438 (1940).
12) 金田尚志・桜井寿恵・石井清之助：本誌，**20**，50 (1954).
13) A. M. Abu-nasr, W. N. Potts & R. T. Holman: J. Am. Oil Chem. Soc., **31**, 16 (1954).

Aureomycin によるイワシの鮮度保持*

富山哲夫・野村 稔・黒木俊一
(九州大学農学部水産化学第一教室)

Effectiveness of Aureomycin on Keeping Quality of Sardine

Tetuo Tomiyama, Minoru Nomura and Shunichi Kuroki

A considerable effectiveness in prolonging the storage life of the fish fillets has been obtained by a minute dip in minimal concentration of chlortetracycline[1,2]. However, no effectiveness for the shrimp has been observed at the concentraton used[2].

The present study shows that at least a 30-minute immersion in a 5% brine containing 10-20 ppm chlortetracycline is needed for a definite preservative effect on the sardine (Table 1). It has been found that the effectiveness on the keeping quality was increased a little with the increase in the concentration of the antibiotics (Table 2). It is of noteworthy that the brine in which the sardine was immersed was spoiled after one day, whereas the brine with chlortetracycline was judged still passable three days following a dip treatmemt of the sardine (Table 3). It has also been shown that a 10 ppm solution of chlortetracycline was able to treat the sardine at least by the same amount as its volume without any decrease in the effectiveness (Table 4). An overnight stowage of the sardine in coarsely cracked ice containing 10-20 ppm chlortetracycline followed by a storage at 4-8°C. without the ice has been found effective to prolong the storage life of the sardine as judged organoleptically or by the volatile base-N value (Table 5).

I 緒 言

Tarr 氏等[1]は 1948 年より 1954 年に亘り種々の抗生物質を用いて水産物の鮮度保持試験を行つている。その結果によると Aureomycin 或は Terramycin を使用した場合に最もよい効果がえられた。また 1954 年に Farber 氏[2]も 2 ppm の Aureomycin 液に 1 分間浸漬する操作によつてタラ肉の鮮度保持期間を無処理のものに比してかなり延長することに成功したが，エビそのまゝの形では同様の処理をしても効果は全くえられなかつたと報じている。

著者等は保蔵の最も困難なイワシの鮮度が Aureomycin によつて保持されれば，わが国の沿岸漁獲量の首位をしめる魚種であるから，漁村経営の上に稗益するところ極めて大きいと考えて本研究を行つた。その結果は適当な使用方法を実施すれば，従来のいずれの静菌剤によつても期待できなかつた程の著明な効果がえられたのでこゝに概要を報告する。

II 実 験 方 法

試料： 供試魚は市場でえられた大羽イワシを用いた。Aureomycin は純度 92% の粉末であつて，0.05% 液を原液とし，これを 5% NACI に所要濃度になるよう添加して用いた。

鮮度判定法： 従来種々の方法が提案されているが，一般に採用されている 30 mg % の揮発性塩基窒素を鮮度低下の限界とした。しかし自己消化の早いイワシの場合には，体内のデアミナーゼによつてアンモニアが生じるために 30 mg % とすることに多少の疑問がある。依て五感による判定をも参考のため記録した。揮発性塩基量の定量は富山・原田の高温減圧定量法[3]によつた。

処理方法： この方法としては魚種によりまた全魚体かフィレーかによつて色々な工夫がなさるべきである。イワシの場合には漁獲後に運搬船中で処理することが最もよいと考えて次の二つの方法について研究を

1955 年 1 月 17 日受理 (印刷費負担)
* 本研究の大要は昭和 30 年 4 月の日本水産学会年会に発表したものである。

進めた。即ち一つは薬品を含んだ水氷に浸漬処理する方法（A）と他は薬品氷で処理した後に冷蔵庫に貯蔵する方法（B）とである。（A）の方法に於て薬液に氷を入れることは実験中に濃度が変るので，こゝでは室温で処理を行つた。即ち 5% NaCl 中に 40, 20 及び 10 ppm の濃度にした Aureomycin 液 1 l. に 6 尾の大羽イワシを浸漬し，種々の時間経過後に引揚げ，液を切り，乾燥を防ぐためにパラフィン紙で包み，室温に放置した。以後毎日試料 2 尾について外観，臭気特に鰓部の変敗を観察し，次に背開きとし背部の肉の一定量を海砂と共に擂砕し，揮発性塩基の定量に供した。（B）の場合には Aureomycin を含む水道水を氷罐にて凍結し，次に砕氷にしたものを竹籠に並べたイワシの上に置いて冷蔵庫（4～8°C.）に一夜放置した。次に一尾宛パラフィン紙に包み，再び冷蔵庫に放置し，一定時間毎にその 2 尾宛をとり，（A）の場合と同様に五感検査及び揮発性塩基の定量に供した。

Ⅲ 実 験 結 果

1. Aureomycin 液に浸漬する時間の影響

Farber 氏[2] の採用した 1 分間浸漬条件の下に 10 ppm の液を用いて予備試験したところ，効果が極めて僅微であつたので，20 ppm 液を用いた場合の影響について吟味した。その結果は Table 1 に示すように，

Table 1. The effect of time of treatment on keeping quality of sardine[1].

Days stored at 18°C.	Quality \ Time of immersion	Immersed in 20 p.p.m. aureomycin, hours 1/6	1/2	1	2	3	4	Control, 30-min. immersion in 5% brine
1[2]	Volatile base-N, mg.%	25	23	20	17	16	20	25
	Stale odour	−	−	−	−	−	−	±
2[3]	Volatile base-N, mg.%	54	41	44	40	39	39	78
	Stale odour	±	±	±	±	±	±	++
3[4]	Volatile base-N, mg.%	101	90	103	96	84	110	146
	Stale odour	++	±	±	±	±	±	+++

1) At start of the experiment, the sardine flesh contained 17 mg.% in volatile base-N.
2) All the samples were judged as fresh.
3) The control group : Eyes, fallen out ; skin, unclear. The aureomycin-treated group : keeping good quality.
4) All the samples were infected with fungi, though there was a marked difference in the development of the fungi between the control and the aureomycin-treated group.

10 分間浸漬した場合は効果が低いのに対し，30 分乃至 4 時間浸漬した場合はいずれも著明な効果を示し，揮発塩基窒素が 30 mg % に達した時間から判定すると，無処理の場合の鮮度保持期間を約 40% 延長した。なお五感検査の結果では，無処理群は 18°C. で放置 1 日後に既に僅か腐敗臭を示したのに対し，30 分間以上浸漬した処理群は 2 日後でも未だ鮮度良好であり，3 日後にも腐臭を示さず，内臓が僅かに干物類似臭を示したに過ぎなかつた。

2. Aureomycin 液の濃度の影響

Aureomycin 濃度を種々変じた液に大羽イワシを 30 分間浸漬した後，18°C に放置した場合には Table 2 に示すような結果がえられた。即ち Aureomycin 10～40 ppm の範囲では 40 ppm が僅かに優れている

Table 2. The effect of aureomycin concentration on keeping quality of sardine[1].

Days stored at 18°C.	Quality \ Bacteriostatics conc.	Aureomycin p.p.m. 0	40	20	20[5]	10	Neo-furaskin p.p.m. 20
1[2]	Volatile base-N, mg.%	30	19	24	25	23	33
	Stale odour	±	−	−	−	−	±
2[3]	Volatile base-N, mg.%	78	49	57	54	53	86
	Stale odour	++	−	−	−	−	++
3[4]	Volatile base-N, mg.%	125	70	68	91	94	93
	Stale odour	+++	±	±	±	++	++

1) At start of the experiment, the sardine flesh contained 16 mg.% in the volatile base-N.
2) The control group : 5% brine treated : skin, unclear. The aureomycin-treated groups : skin, clear.
3) In all the samples, the flesh was observed to become soft. The neofuraskin-treated group : fungi developed.
4) The control group : skin, turbid. The neofuaskin-treated group : eyes, fallen out.
5) Vitamin C was added at a level of 0.05%.

ようであるが，いずれの場合も鮮度保持期間を約 50% 延長した。五感検査の結果では無処理群が 1 日で腐臭を示したのに対し，処理群は 3 日後に 10 ppm 液処理のものが腐臭を示したが，20～40 ppm 液処理のものは僅かに腐臭を示したに過ぎなかつた。20 ppm 液にビタミン C を 0.05% となるように添加し pH 4.5 とした液では揮発性塩基量からみると，ビタミン C を添加しない場合に比し良結果はみられなかつたが，五感検査の結果ではかなり良結果が認められた。これらの結果に対比して Neofuraskin 20 ppm 液で処理した群は揮発性塩基量並びに五感検査からみると，鮮度保持効果は殆ど認められなかつた。

次にイワシを浸漬した残液を 18°C. に放置しておくと，臭気，濁度，皮膜量について各区に著るしい差異がみられたので，一定量をとつて揮発塩基量を定量した結果は Table 3 に示すようであつた。この定量

Table 3 Deterioration of aureomycin solutions following immersion of the sardine[1].

Days stored at 18°C.	Quality \ Bacteriostatics conc.	Aureomycin p.p.m. 0	20	20[2]	10	Neofuraskin p.p.m. 20
0	Volatile base-N, mg.%	9				
	Stale odour	−	−	−	−	−
	Turbidity	±	−	−	−	−
1	Volatile base-N, mg.%	39	9	9	9	19
	Stale odour	+	−	−	−	−
	Turbidity	+	−	−	−	±
2	Volatile base-N, mg.%	59	19	13	20	39
	Stale odour	++	−	−	±	+
	Turbidity	++	−	−	±	+
	Film on surface	−				+
3	Volatile base-N, mg.%	70	20	15	35	57
	Stale odour	+++	±	−	+	+++
	Turbidity	+++	+	−	+	+++
	Film on surface	++	−	−	+	++

1) Six sardines weighing about 350 g. in total body weight were immersed in each experimental group.
2) Vitamin C was added at a level of 0.05 %.

結果及び五感検査からみると，処理魚体の場合と同様に 10 ppm 区の変敗が他区より多少早く，次に 20 ppm 区の順であり，40 ppm 区及びビタミン C 添加の 20 ppm 区は 3 日後にも全く変敗しなかつた。これらに対し Neofuraskin 20 ppm 区の防腐効果は遙かに微弱であつた。

3. 有効処理限度

Table 4. The effect of amount of the sardine treated by unit volume of a 10 p.p.m. aureomycin solution on storage life of the fish.

Dsays tored at 20°C.	Quality \ Amount of sardine treated, No. of treatment	1.1 kg. of the sardine in total per 1 l. of 10 p.p.m. aureomycin in 5% brine. #1[1]	#2[1]	#3[1]	#4[1]	#5[1]	Control, 5% brine only
1[2]	Volatile base-N, mg.%	19	19	27	—	20	23
	Stale odour	−	−	−	−	−	+
2[3]	Volatile base-N, mg.%	41	42	43	46	41	64
	Stale odour	−	−	−	−	−	++
3[4]	Volatile base-N, mg.%	77	92	92	92	92	105
	Stale odour	+++	+++	+++	+++	+++	+++

1) Four sardines weighing about 200 g. in body weight were used for each treatment. At start of the experiment, the sardine flesh contained 15 mg. % in volatile base-N.
2) Appearance of the control group : gill, reddish brown ; viscera, extruded. That of the treated group : skin, clear ; eye, clear ; gill, red
3) The control group : gill, pale ; eye, unclear. The treated group : gill, red ; eye, clear.

一定量の 10 ppm Aureomycin 液により処理しえられるイワシの有効限度を知る目的で，氷冷した液 1 l に対し平均 54 g のイワシ 4 尾宛を 5 回順次にそれぞれ 30 分間浸漬し，次に液を除いた後に約 20°C の密閉罐中に放置し，各群毎に五感検査と筋肉の揮発性塩基の定量とを行つた。その結果は Table 4 に示すように，効果の減少する限度は求められなかつたが，液量と同量の魚体を浸漬した範囲では，浸漬回数によつて鮮度保持効果は全く低下しなかつた。

4. Aureomycin 氷による鮮度保持

実験方法の項に示したように 10 ppm 及び 20 ppm 含有氷で処理し，4～8°C. の冷蔵庫に放置した場合の揮発性塩基量の変化は Table 5 に示したようである。この定量値からみると，鮮度保持期間は約 30 %

Table 5. Effectiveness of aureomycin-containing ice on keeping quality of sardine[1].

Group	Quality	Days stored at 18°C. 1	4	6	8	10
Control[2]	Volatile base-N, mg. %	18	25	29	74	92
	Stale odour	—	±	++	++	++
20 ppm Aureomycin[3]	Volatile base-N, mg. %	17	18	22	34	62
	Stale odour	—	—	—	—	±
10 ppm Aureomycin[4]	Volatile base-N, mg. %	16	16	21	34	73
	Stale odour	—	—	—	—	±

1) At start of the experiment, the sardine flesh contained 16 mg. % volatile base-N.
2) After 1 day, gill was reddish brown ; after 6 days, eye was fallen out ; after 8 days, flesh became soft.
3) After 8 days, still passable ; after 9 days flesh was noticed to become soft.
4) Quite similar to the 20 p.p.m. aureomycin-treated sardine.

延長している。しかし五感検査によると，無処理群が 4 日後に僅かに腐臭を感ぜられたのに，処理群では 10 日後に於ても腐臭が全く感ぜられなかつた。揮発性塩基窒素量からの判定で効果が少かつたのは恐らくは低温に於ても酵素作用による揮発性塩基の増加が起るためであろう。

Ⅳ 考 察

魚体の鮮度保持に対し現在迄に食品衛生法により許可された静菌物質は未だない。たゞニトロフラゾンが試験的に使用されているが，その効果について行われた多数の研究をみると，氷を併用することなしには効果は殆どないので，その使用には現在なお多くの問題を包蔵している。

各種抗生物質による魚肉或は魚体の鮮度保持の研究は最近のことであつて，その成果として Aureomycin が最も有効であるとされている。しかし魚体そのまゝでの鮮度保持には著効がみられていない。著者等はこの抗生物質の効果が魚体内への薬品の滲透量に支配されるものと予察して浸漬時間を変じてみたところ，30 分間以上浸漬することの極めて重要であることが明かとなつた。従つてイワシの場合には漁獲後直ちに輸送船に準備した Aureomycin 含有の水氷に浸漬したまゝで輸送すれば，魚体温度と浸漬液温度との差により，薬液が早く体内に滲透しまた輸送中に薬液が充分に滲透するために鮮度保持に有効なことは疑いない。また Aureomycin 氷によつて魚体に徐々に薬品を滲透させる方法が極めて有効であることが本研究で明かになつたので，海上或は陸上輸送に使用することは極めて望ましい。

鮮度低下しやすいイワシに対して Aureomycin が示した鮮度保持効果は従来の静菌剤では全く期待できなかつた程の効果である。この点は本研究でえた Neofuraskin との比較結果からも明かである。しかし一般に食品の防腐に抗生物質を使用することは菌の耐性獲得が問題となる。Aureomycin は Penicillin や Streptomycin に比較すると，遙に菌の耐性を生じることが少いので，この点では安全で優秀な防腐剤といえるであろう。

なお本研究で用いた揮発性塩基量による判定は，無菌的に生じた揮発性塩基と腐敗により生じたものとを区別しえないので，論議の余地がある。従ってこの判定によると，一般に防腐効果は小さく現わされる可能性があるので，更に揮発酸，トリメチールアミン，揮発性還元物等によつて再検討さるべきであることを附記する。

V. 総　　括

1. オーレオマイシンによつてイワシの鮮度を保持するには，20 ppm の場合少くとも 30 分間以上浸漬せねばならない。

2. 30 分間浸漬の条件を採用すると，10～40 ppm の濃度範囲では浸漬後 18°C. に放置した場合，濃度の高い方が防腐効果に於て多少優つている程度であつた。揮発性塩基量により判定した鮮度保持期間は，約 40 % 延長した。これに対し 20 ppm の Neofuraskin は殆ど効果を示さなかつた。五感検査によると鮮度保持期間は無処理の約2倍に延長した。

3. Aureomycin 液にビタミン C を 0.05 % 添加すると，五感検査ではかなり良結果がえられた。

4. イワシ浸漬後の液を 18°C. に放置した場合には，無添加区のものは1日内に腐敗したが，添加区のものは少くとも3日間変敗しなかつた。この場合にビタミン C 添加の効果はかなり著明であつた。

5. Aureomycin 10 ppm 液 1 l. は少くともイワシ 1 kg の鮮度を保持する効果を示した。

6. 10 及び 20 ppm の Aureomycin 氷を用いてイワシを1日氷蔵した後，4～8°C に放置した場合には揮発性塩基量では鮮度保持期間が約 30% 延長した。五感検査によると，少くとも約 100 % は延長するようである。

本研究に使用した Aureomycin は日本レダリー及び武田薬品工業 KK より寄贈のものである。両社の協力に対し謝意を表する。

文　　献

1, Tarr, H. L. A., and Deas, C. P.: *J. Fisheries Res. Bd. Can.*, **7**, 221 (1948). Tarr, H. L. A., Southcott, B. A., and Bissett, H. M.: *Prog. Repts. Pacific Coast Stations*, No. 83, 35 (1950), Tarr, H. L. A., Southcott, B. A., and Bissett, H. M.: *Food Technol.*, **6**, 363 (1952), Tarr, H. L. A. and Bissett, H. M.: *Prog. Repts. Pacific Coast Stations*, No. 93, 23 (952).

2. Farber, L.: *Food Technol.*, **6**, 319 (1952).

3. 富山哲夫・原田悠三：日水会誌., **18**, 112—6 (1952).

水産物の腐敗に関する研究—XX.
魚種による腐敗の相違についての考察（3）
—自己消化の影響—

清水 亘・日引重幸
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Putrefaction of Aquatic Products——XX.
Consideration of Difference in Putrefaction for Various Kinds of Fish (3)——Influence of Autolysis on Putrefaction

Wataru SIMIDU and Sigeyuki HIBIKI

For explanation of the facts that the histamine is usually produced in large amount in makerel and in less amount in yellow-tail in the course of putrefaction, we have studied the putrefactive process of the normal and autolysed fishes.

The results are as follows:

(1) In the yellow-tail, there has been found little difference in the amount of putrefactive substances in both normal and autolysed fishes. But a larger amount of histamine has been found to be produced in an experiment with autolysed fish. (2) In the makerel, the volatile base and histamine has been produced in a larger amount in the autolysed lot than the normal one.

We have assumed, from these facts, the existence of histidine in higher concentration in inner parts of cells than in the intercellular spaces, and the difference in firmness of cell-walls between these fishes. In the yellow-tail having firmer cell-walls through that the histidine may difficulty exude, the histidine should be hardly attacked by bacteria.

ブリ，サバ，ソウダガツオ等の赤身魚類が自然腐敗する時，揮発性塩基，トリメチルアミン等の生成量及び pH の変化には全く差がないのに，ヒスチヂンの減少及びそれに伴うヒスタミンの増加だけが異り，ブリはヒスチヂン含量がサバより多いにかゝわらずヒスタミンの生成が少いのである[1]。その原因の一つとしてサバは肉質が軟化しやすいので細菌の侵入が容易であるためでなかろうかと考え，前報[2]では，魚体を加圧したり打撃を与えて軟化せしめたが，それによつてヒスタミンの生成が促進されるという事実は認められなかつた。

そこで種々のエキス成分が細胞内と細胞間隙とにおいて分布濃度を異にしているためではないかと考えてみた。即ち揮発性塩基を生成する基質は細胞内外に均等に分布されているが，ヒスチヂンは細胞内に多く分布されていることを仮定すれば，細菌はまず細胞間隙の物質を分解するであろうから，ヒスチヂン以外の基質が魚種によつて差がなければ，ヒスタミン以外の腐敗生成物に差がない筈である。次いで細胞被膜が分解され，或は変性して内部のヒスチヂンが細胞外へ導き出された時始めてヒスタミンに変化するのであるが，細胞被膜の強さが魚種によつて異るとすれば，ヒスタミンの生成速度に遅速を生ずるであろう。

ブリは細胞膜が強く，サバやソウダカツオは弱いか或は変化しやすければ，当然ヒスタミンの生成速度が異る筈である。魚体に加圧や打撃を与えてもヒスタミンの生成に差を生じないのは，このような手段では細胞膜が破壊されないと考えれば説明がつく。この破壊は自己消化や細菌の分解作用に俟たなければならないのかも知れない。前に[3]貯蔵温度が高いほどヒスタミンの生成速度が大きくなる事実を見たが，温度が高ければこれらの作用が促進されることも一因であろう。

1955 年 2 月 4 日受理

本報ではそれを試験するために，魚体又は魚肉を加温して軟化せしめた場合の腐敗過程を検討してみた。

実　　験

実験に用いた試料の出所は表の通りである。

The history of the materials used in the present experiments.

Exp. no.	Species	Date of catch	Locality	Hrs from catch	Weight g
I	Yellow-tail	Feb. 15	田　井	6	375～420
II	〃	Feb. 18	紀　州	24	ca. 6,000
III	〃	Mar. 4	伊　根	10	4,900
IV	〃	Mar. 11	田　井	15	2,760
〃	Mackerel	〃	伊　根	10	150～170

I．ブリ魚体の半数を内臓付のまゝ 45°C の恒温器中に 2 時間放置し，更に 45°～70°C の温浴中に 30 分間浸した後室温に冷却し，他の半数と共にヒスタミン生成菌 No. B-5-5 (木俣研究室で分離)及び鰓，体表の粘液を魚体に塗布して 15°C に貯蔵し，毎日片身をとり pH，揮発性塩基，トリメチルアミン，ヒスチヂン及びヒスタミンを定量した。

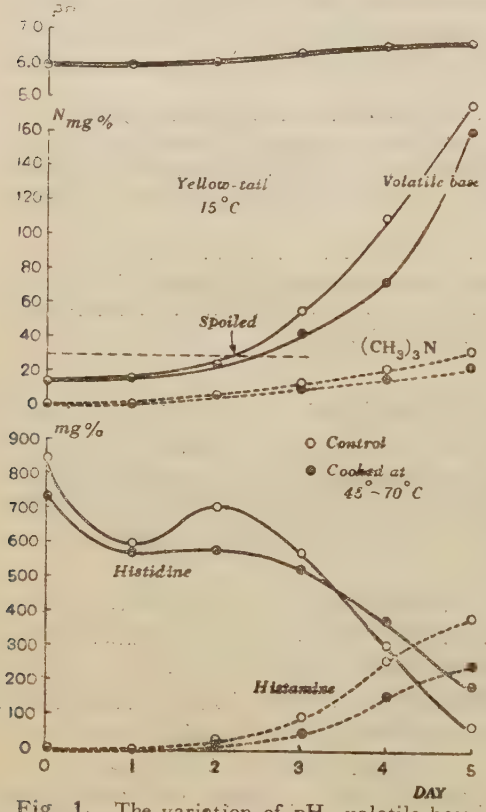


Fig. 1. The variation of pH, volatile base, trimethylamine, histidine and histamine in both normal(round)and autolyzed yellow-tails

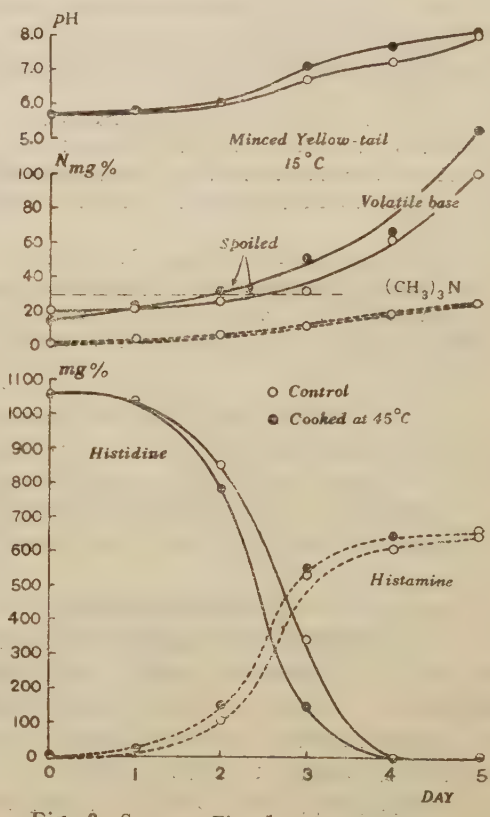


Fig. 2. Same as Fig. 1, where the materials used were minced.

結果は Fig. 1 の通りである。この結果によれば加熱処理したものも無処理のものも腐敗生成物に殆ど差がなく，むしろ僅かながら無処理の方が却って生成が速かな傾向さえ見られる。

II．ブリ普通肉を擂潰し約 150g を硝子容器に入れて 45°C の温湯中に 1 時間保って肉質を白濁せしめた後対照肉と共に 15°C に貯蔵した。細菌の塗布は実験 I と同様である。

結果を Fig. 2 に示した。この場合にも加熱肉は対照と殆ど差が認められず，処理肉の方がやや変化が早いようではあるが，その差は僅微である。

Ⅲ. ブリを2枚に卸し，その1半を 43°C の恒温器中に 4.5 時間放置すると，肉質が白濁し丁度身焼けしたような状態になつた。他の片身はその間 3°C の冷蔵庫に保存した。両者を室温に戻した後 100～120g の切身とし，ヒスタミン生成菌 y-1-25（木俣研究室で分離）及び鰓，体表の粘液を塗布して 15°C に貯蔵した。

結果は Fig. 3 の通りである。この場合にも両者の間に大差がなく，加熱処理肉の方がヒスチヂンの減少及びヒスタミンの生成速度がやや速かなようであるが，その差は小さい。

Ⅳ. ブリを2枚に卸し，片身は直ちに 2°C の冷蔵庫に貯蔵し，他の片身を 43°C の恒温器中に 5.5 時間放置した後，両者とも同部位から 150～200g 程度の切身をとり，実験Ⅲと同様の細菌を塗布して 13°～13.5°C に貯蔵した。また無処理肉の残肉を合わせて挽肉し，同じ実験に供した。

サバは内臓を除去した後水洗し，半数ずつに分け，1組は丸のまゝ 43°C に 3.5 時間放置し，冷却してから対照と共にブリの場合と同様に処理した。毎回ブリは1切身をサバは1尾を用い，普通肉を採取して実験した。

結果は Fig. 4 の通りである。これによれば挽肉

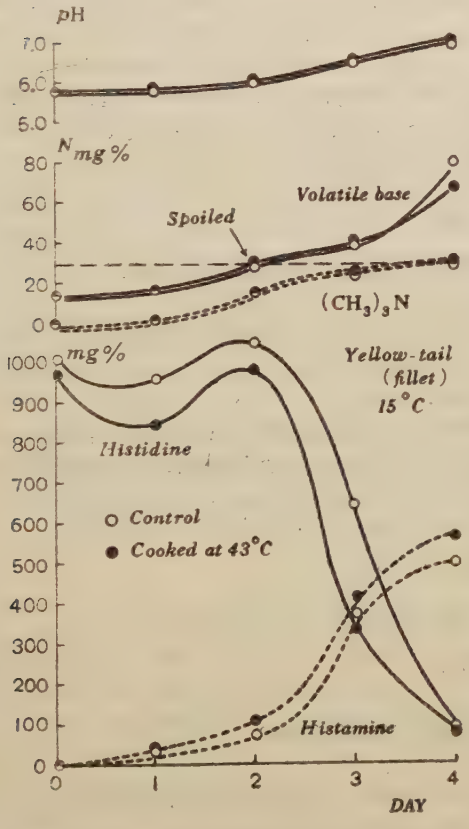


Fig. 3. Same as Figs. 1 and 2, where the materials used were fillets

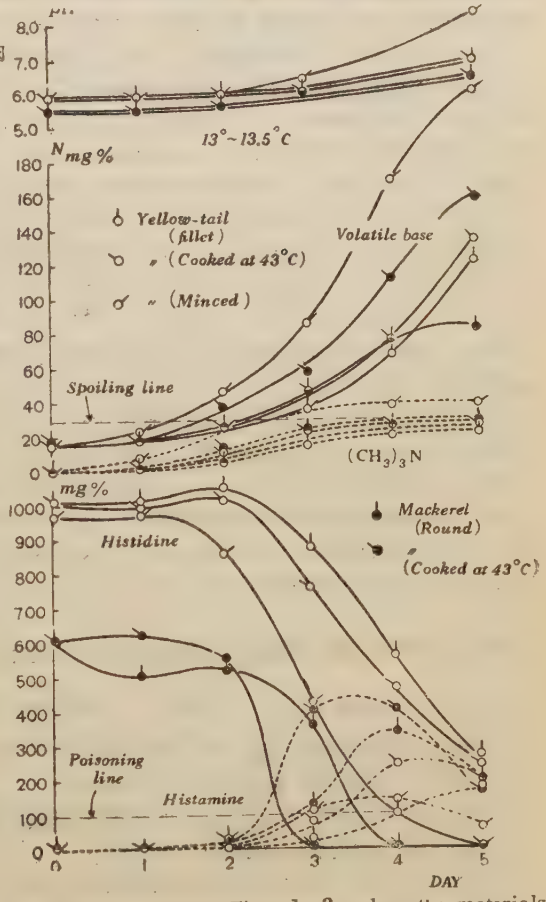


Fig. 4. Same as Figs. 1~3, where the materials used were the yellow-tail (fillet, autolyzed fillet and minced meat)and the mackerel(round and autolyzed)

は変化が急速である。このことは既に前[4]にも述べた通り，当然のことであろう。切身の場合にはブリではやはり加熱処理肉と対照肉との間に大きい差は見られないが，サバの場合には揮発性塩基，ヒスチヂンの減少及びヒスタミンの増加速度に明かな差異が認められ，加熱処理肉は変化が速かである。

ブリの場合にも僅かではあるが，加熱肉の方がやや変化が早い傾向が認められ，特にヒスタミンの生成量

は明かに加熱肉が多い。

考　　察

全実験を通じてブリの場合には加熱軟化せしめたものも，処理しないものも pH，揮発性塩基，トリメチルアミン，ヒスチヂン及びヒスタミンの変化に大きい差が見られなかつた。しかし仔細に観察すれば1例を除く他の凡ての場合に僅かではあつても，常に加熱肉の方が変化が速かであつた。殊に実験Ⅳにおいては他の変化に大差がないにもかゝわらずヒスタミンの発生量が加熱肉に多い例が見られた。加熱肉の方が変化がむしろ遅かつた1例（実験Ⅰ）にしても，加熱処理の温度が高過ぎたために，汚染細菌が死滅して却つて腐敗を遅らせたのかも知れない。

サバの場合には特にヒスチヂンの分解速度及びヒスタミンの発生量が加熱処理肉において明かに大きい。これらの点から考えて，加熱されたために細胞被膜が軟化又は自己消化され，細胞内に多量に包蔵されていた諸成分が細胞外へ浸出し，細菌に容易に侵されたためではなかろうか。ブリの場合にはそれでも細胞膜が比較的丈夫なために，短時間の加熱処理では破壊されにくいので，加熱による影響が大きく現われないのであるが，サバの場合には細胞膜が弱く，従つて加熱の影響が著しく出現したのであろう。

Plank[5] は魚体が凍結する時，細胞内外におけるエキス成分濃度に差があり，細胞外はそれらの濃度が稀薄なために，早く凍結することを仮定したが，細胞内外においてエキス成分に相違があるとすれば，ヒスチヂンが細胞内に多く，細胞外に少いことを想定しても，あり得ないことではなさそうである。もしそうだとすれば，ブリ肉にヒスタミンの発生が少いのは，細胞が丈夫なために細胞内のヒスチヂンが細菌に侵されにくい結果であると考えてもよいであろう。その証拠にはブリ肉でも挽肉するとサバと同様の速さでヒスタミンが生成し，ヒスチヂン含量が多いだけにその発生量が多いのである。

要　　約

ブリはヒスタミンの発生が遅く，サバは速かである原因を探る目的で，加熱軟化させた魚肉と正常肉との腐敗を比較した。

（1）ブリにおいてはその両者の腐敗速度に大差がない。しかし大抵の場合加熱肉の方が僅かながら腐敗が早いようにみえる。殊に加熱肉にヒスタミンの生成量の多い例がみられた。

（2）サバの場合には特にヒスタミンの生成が加熱肉に多かつた。

（3）これを説明するために細胞間隙よりも細胞内にヒスチヂンの分布が多いことを仮定した。そして魚種によつて細胞膜の強さが異る結果，ヒスチヂンが細胞外へ移行する速さ，従つて細菌に侵される難易に差を生ずるのであろうと推定した。

本報は昭和 29 年度文部省科学研究助成金による業績の一部である。

文　　献

1) 清水亘・日引重幸：本誌，**20**，298；302；392 (1954).
2) 清水亘・日引重幸；本誌，**20**，717 (1954).
3) 清水亘・黒川慶昭・池田静徳：京大食糧科学研究所報告，**12**，40 (1953).
4) 清水亘・日引重幸：本誌 **20**，388 (1954).
5) Tuchschneid M.W. (Übertragen und neu bearbeitet von Ed. Emblik): Die Kältetechnologische Verarbeitung schnellverderblicher Lebensmittel, Seite 171, (1936), Kirchhain N.L.

未利用水産動物の餌料化に関する研究—I.
ヒトデより飼料の製造

東 秀雄・村山繁雄・簗瀬正明・田部井菊子
（東海区水産研究所）

Studies on Utilization of Worthless Marine Animals for Feed——I.
Production of Starfish Solubles for Feed

Hideo HIGASHI, Shigeo MURAYAMA, Masaaki YANASE and Kikuko TABEI

The starfish, *Asterias amurensis* Lütken, propagated suddenly in Tokoy Bay, from October 1953 to March 1954, and gave severe damage to the clam culture. Since that time, our attention has been directed to the possibilities of utilization of this species or others of Asteroid for feed-stuffs, not only on account of its abundance but because it must be exterminated, if possible, in order to protect the clam from the starfish attacks.

As the starfish contains much more calcium than fish, it is necessary to exclude the greater part of the calcium from starfish for the purpose of preparing feed-stuffs rich in pro- tein (Tables 2,3). We attempt to separate the calcium from starfish by digesting it by protease.

The protease process we adopted was as follows;

To 1 part of raw stasfish is added 1 part of water and 0.02 part of a commercial bacterium protease "Bioprase,"* and the mixture is warmed to 50～55°C for 1～2 hours while continuously stirred. Owing to this enzymic digestion, the body wall of starfish is crushed to white pieces of calcium carbonate and precipitated (Table 5; Figs. 1,2). The precipitated calcium is filtered. The filtrate contains favourably small amount of calcium and considerable amount of various vitamins (Table 6). In place of "Bioprase", animal internal organ, e.g. liver of blue crab can be used for the starfish digestion (Table 7). The filtrate (the starfish solubles) is evaporated in an open iron pot until the moisture is less than 50 per cent. In the condensation of starfish solubles, the loss of vitamins are very little (Table 8).

That the concentrated starfish solubles has no toxicity is proved by feeding experiment with rats (Tables 10, 11, 12; Fig. 3).

* It is aqueous preparation which is produced by culturing *Bac. subtilis var. Biotecus* and has 340 units gelatin digesting activity.

I 緒 言

ここで云う未利用水産動物とは一般有用魚介類と混獲せられる水産動物で，従来は利用価値が少い為漁業者が廃棄或はその極く一部分しか利用していないもの及び従来多量に棲息して居ても産業的に採取せられていない水産動物を指す。例えばヒトデ類，ホトトギス，イガイ或はトロール漁業に於て混獲され廃棄せられている種々の水産動物等はこの未利用水産動物に該当する。それらのものの利用が今日まで緊急の問題とされなかつたのは適切な利用法がなかつたこと及び目的とする漁獲物のみで採算がとれて居たからであろうが，水産業の合理化或は有害水産動物の駆除という点からこれらの未利用水産動物を有用資源として活用する事が望ましい。

殊にヒトデ類は時に大量に発生し有用貝類を捕食する為被害が甚だしく，その駆除が要望されている。昭和 28～29 年に東京湾に於てヒトデが養殖アサリ，ハマグリに甚大な被害を与えた事は周知の如くである。

従来ヒトデ類はその極く一部が肥料として用いられているだけで飼料には殆んど向けられていない。ヒトデの飼料化に関する試験では本邦に於ては戦前ヒトデミールを養鶏飼料とする試みが行われたことがある

1955 年 7 月 7 日受理（印刷費負担）東海区水産研究所業績 B第 215 号

がその後ヒトデ飼料化は実現されて居ない。

アメリカに於ても古くよりアメリカ北東海岸の養殖カキが屢々ヒトデ（*Asterias Forbesi* Desor）の被害を受け殊に 1940～1941 年に大きな被害を蒙つたことがある。この被害が契機となつて Whitson 等[1]はヒトデの利用に関する研究を進めた。Whitson 等はヒトデ全体を乾燥粉砕して得たヒトデミールについて雛による動物試験を行つた結果，ヒトデミールは基本飼料に対しその添加量が 3～5％程度ならば動物蛋白源として魚粉同様の効果を示すが，それ以上では害作用が認められ，その害作用はヒトデミール中の多量の無機物によるものであると報告している。

ヒトデミールは無機物が多く従つて蛋白含量が魚粉に比し著しく少いことが従来飼料化を阻止して居た点であろう。又古来ヒトデ中には有毒物が存在するとも云われ，沢野，三木[2]はヒトデの胃壁の浸出液がカキを斃死せしめると報告し，又秋谷[3]，安藤[4]はヒトデ搾粕が蛆の発生を防ぐことを報告している。これらのこともヒトデ飼料化の障碍になつていた様である。

たまたま当研究所に於てヒトデ盲嚢にビタミン B_{12} が多量に含有されている事を見出したが[5]，引き続きヒトデを原料として優秀な飼料を製造する研究を行い，ヒトデを酵素処理し大部分の無機物を分別しヒトデエキスを製すればヒトデより栄養価の高い飼料が得られることが略々明らかになつたのでここに報告する。

著者等の方法によつて得られたヒトデエキス濃縮物が，実際に飼料としてどれ程の価値があるかについては目下東京大学農学部佐々木教授が検討されている。

Ⅱ 実 験 の 部

（1） 実験に用いたヒトデ

ヒトデ類は種類が非常に多いが試料としては著者等は当研究所で採取に最も都合のよいヒトデ（*Asterias amurensis* Lütken）（俗称キヒトデ）を使用して実験を行つた。

1—1 ヒトデ体各部の重量

新鮮なヒトデ数個について測定した体各部の重量は第1表の如くである。

Table 1. ヒトデ（*Ast. amurensis*）体各部の重量

Weight of starfish (*Ast. amurensis*) by anatomical parts.

個体数 No. of individuals	性別 Sex	体重 Body weight (g.)	生殖腺 Gonad (g.)	盲嚢 Pyloric caecum (g.)	体壁 Body wall (g.)	その他 Others (g.)	備考 Note
1	♂	68 (100)*	18 (26)	6.9 (10)	36 (53)	7.1 (11)	東京湾 Collected in Tokyo Bay, 29年2月下旬 Feb. 1954 産卵前 before spawning
1	♀	86 (100)	24.5 (28)	9 (11)	42 (49)	10.5 (12)	〃 〃 〃 〃 〃 〃
3	♀	72 (100)	9.9 (14)	10.9 (15)	40.9 (57)	10.3 (14)	〃 〃 29年4月下旬 Apr. 1954 産卵後 after spawning

* （　）内は体重を 100 とした場合の各部の割合を示す。

Figures in bracket indicate per cent by weight of the parts to body weight.

第1表に見る如く生殖腺及び盲嚢の全体重に対する割合は 29～39％ で一般魚類に比し寧ろ大きい。卵の重量が比較的大きいので産卵前のものは産卵後のものに比し内臓の割合が遙かに大きい。

1—2 ヒトデの一般成分

ヒトデ類の一般成分はヒトデの種類及び時期により差があるが，例として昭和 29 年6月東京湾に於て採取したヒトデの一般成分を第2表に示す。

第2表に見る如く，ヒトデは灰分が著しく多い。灰分中の炭酸石灰，燐及び鉄を定量した結果を第3表に示す。

Table 2. ヒトデの一般成分
Chemical constituents of starfish.

水分 Water	75.0%
粗蛋白質 Crude protein	7.7
粗脂肪 Crude Fat	1.4
糖質 Carbohydrate	2.0
灰分 Ash	13.0

Table 3. ヒトデ灰分の組成
Ingredients of ash in starfish.

$CaCO_3$	P	$\{Ca_3(PO_4)_3\}$	Fe
97.0%	0.42%	2.25%	0.013%

第3表に見られる如く灰分の大部分は炭酸石灰であり，この炭酸石灰はヒトデ体壁に由来するものである。

1—3 ヒトデのビタミン類含量

ヒトデに於ても魚類と同様にそのビタミン類の大部分を内臓（主として生殖腺，盲嚢）に含んでいる。ヒトデ体中のビタミンA，B_1，B_2，B_6，B_{12} 含量を測定した結果を第4表に示す。

Table 4. ヒトデのビタミン類含量（自然物 100g 中）
Contents of vitamins in starfish (in 100g fresh matter).

	生殖腺 Gonad	盲嚢 Pyloric caecum	体壁 Body wall
ビタミンA Vitamin (I.U.)	630	500	
〃 B_1 (γ)	600	450	50
〃 B_2 (γ)	450	400	30
〃 B_6 (γ)		80 (盲嚢及び生殖腺 Pyloric caecum and Gonad)	
〃 B_{12} (γ)	2.8～29	5～70	0.7～8.0

これ等のビタミン類の中に特に B_{12} は盲嚢中に濃厚に含まれて居ることは既に発表した如くであるが，盲嚢中の B_{12} 含量は採集時期，場所等により著しく差がある。盲嚢中の B_{12} 含量は濃厚な場合は魚類肝臓十数倍も含まれるが，少い場合は 100g 中 5γ 程度で一般魚類の肝臓と同程度である。B_{12} の多い場合は例外なく卵の大きい時で少い場合は産卵後である。これ等のことから B_{12} は産卵行為により消費されると考えられるがその詳細は別に報告する[6]。

（2）ヒトデを酵素により処理し無機物を分別する方法。

第2表に見られる如くヒトデには灰分が多い。その灰分の大部分は体壁の炭酸石灰である。ヒトデの成分から炭酸石灰を除き得ればヒトデの一般成分は一般魚粉に近い値を示すことになる。炭酸石灰を除く方法は色々考えられるが我々はプロテアーゼを用い簡単に炭酸石灰を除去することに成功した。その方法を次に述べる。

2—1 ビオプラーゼによる処理

ヒトデを釜に入れ等量の水を加え，酵素製剤ビオプラーゼ* をヒトデ重量の 1～2% 加え，攪拌し乍ら加熱し液温を 1～2 時間 50～55°C に保持する。この際局部的に温度が上昇するのを防ぐため充分攪拌することが肝要である。酵素による分解が進むと共にヒトデ体壁組織は細砕破壊せられ，炭酸石灰は粒状をなして沈降し，内臓，肉質部は石灰質より分離する。この際内臓，肉質は一部液化するも大部分は水に不溶の懸濁物になっている。次に更に加熱し，煮沸せしめた後静置すれば上層は水溶部，中層に不溶の内臓肉質が懸濁し下層に炭酸石灰が沈澱する。この際脂質の一部は上表面に浮上する。上層部及び中層部を汲みとり，下層の炭酸石灰の沈澱を荒い濾布で濾し，更に沈澱を少量の水で洗う。（以下上層部，中層部及び下層部の濾液洗滌液を合したものをヒトデエキスと名付ける。）以上の酵素処理工程を第1図に示す。

第1図に於ける原料ヒトデの成分及びエキス部，沈澱部の収量及び成分を第5表に示す。

第5表に見る如くヒトデを酵素処理すれば原料ヒトデ中の蛋白は約 97% がエキス部（上層部及び中層部）

* 細菌プロテアーゼ液状製品，菌名 *Bac. subtilis var. Biotecus*，製品力価：ゼラチン液化力単位 340，作用最適 pH：7.0～7.3 （尼崎市，長瀬産業製）

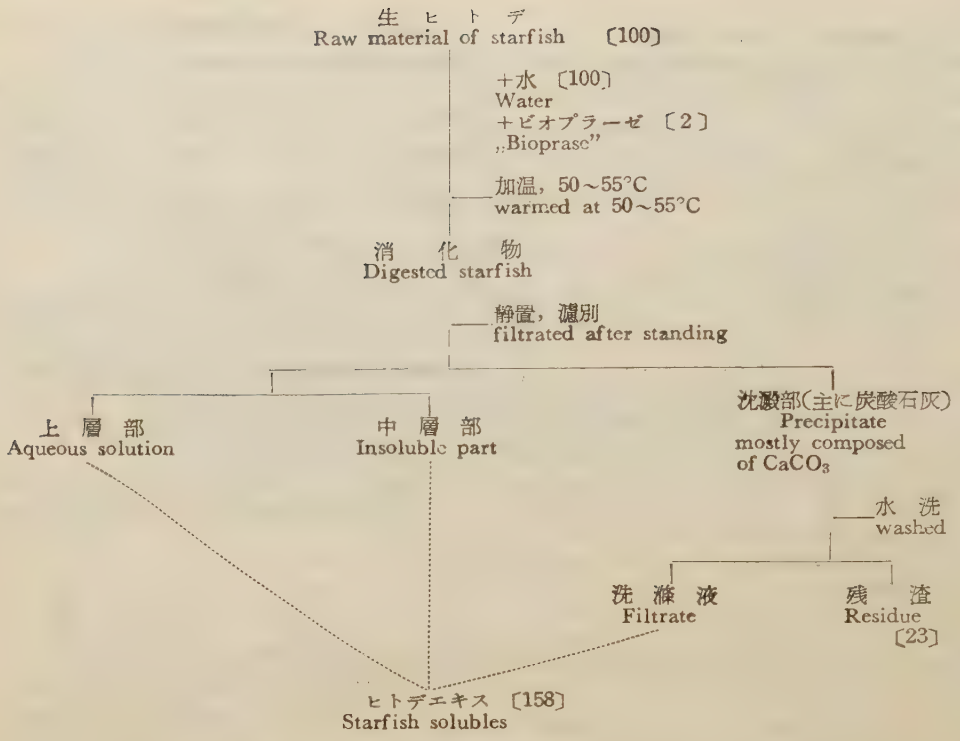


Fig. 1. ヒトデの酵素処理工程
Procedure for enzymic digestion of starfish

Table. 5. ヒトデエキス，沈澱部の収量及び組成
Yields and ingredients of solubles and precipitate in the process of enzymic digestion of starfish.

	原料ヒトデ Starfish used (kg.)	エキス部 Solubles (kg.)	沈澱部 Precipitate (kg.)
重量 Weight	10	15.8	2.8
固形物 Dry matter	2.5	1.34	1.1
粗蛋白質 Crude Protein	0.77(100)*	0.75(97)	0.023(3)
灰分 Ash	1.3 (100)	0.21(16)	1.07(82)

* （ ）は原料ヒトデ中の粗蛋白質，灰分を 100 とした場合，エキス部，沈澱部中の各成分の量を示す
Figures in bracket indicate per cent by weight of crude protein and ash in solubles and precipitate to them of starfish used.

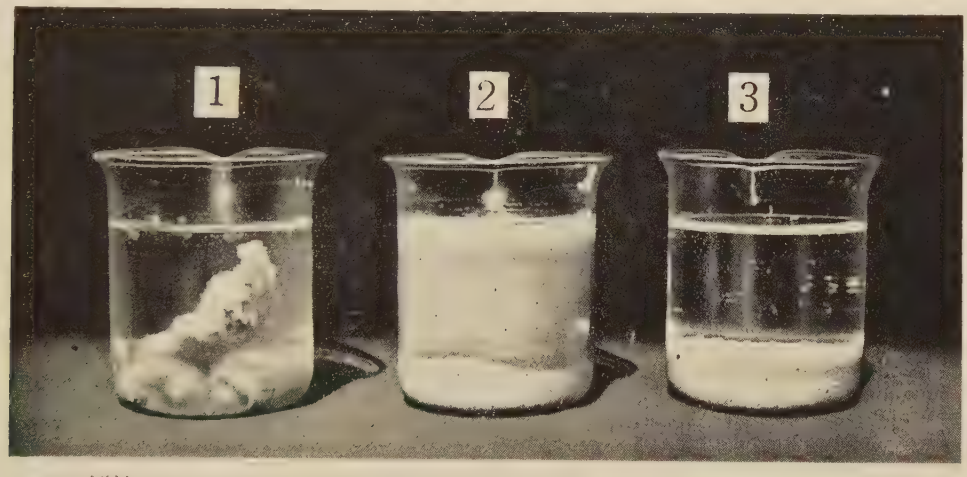
に移行し灰分（主として炭酸石灰）の約 80% は沈澱除去し得る。かくして得られたヒトデエキスの成分は第6表の如くである。

第6表に見る如く酵素処理により沈澱した炭酸石灰を除いて得られたヒトデエキスの一般成分は，従来飼料として用いられている魚粉と略々同様で而もビタミン類含量は魚粉より遙かに濃厚である。

Table 6. ヒトデエキスの一般成分及びビタミン類含量
Typical analysis of starfish solubles.

成分 Ingredients	無水物中 (in dry matter)	ビタミン類 Vitamins	無水物 100g 中含量 (in 100g dry matter)
粗蛋白質 Crude proten	58%	B_1	570 γ
粗脂肪 Crude Fat	13%	B_2	1200 γ
糖質 Carbohyrate	8%	B_6	260 γ
灰分 Ash	16%	B_{12}	100 γ
		Carotene	2400I. U.

ヒトデ体壁の炭酸石灰の分離沈澱状態を示す為 100cc のビーカーを小規模に行つた実験結果を第2図(写真 1～3)に示す。



1. 原料ヒトデ Raw material of starfish
2. ビオプラーゼにより消化したヒトデ Starfish digested by "Bioprase"
3. 水洗せる沈澱部 Washed precipitate

Fig. 2. 酵素によるヒトデの消化
Photograph illustrating enzymic digestion of starfish.

写真1はヒトデを酵素処理する前のもので写真2は酵素処理後静置したもので上層部，中層部及び沈澱部に分れているのが観察される。写真2の上層部，中層部を除き，沈澱部を水洗したものが写真3で粒状の炭酸石灰が分離されている。

2—2 水産動物内臓等の天然酵素による処理

以上の酵素処理の実験は酵素としてビオプラーゼを使用した例であるが，ビオプラーゼの代りに水産動物内臓等の天然酵素を使用しても同様の目的を達せられるはずである。天然酵素としてカニの肝臓を酵素原料として使用しヒトデを処理せしめた場合の実験例を次に述べる。

生ヒトデを 4～5 片に切断したもの 300g に対し，これに略々等量の水を加えた後，ガザミ肝臓を2%及び5%添加し，45°～50°C に保つて時々攪拌する。反応時間5時間後に於て荒い濾布を用いて濾過し，その濾過残渣の重量を測定した。対照として肝臓無添加即ちヒトデ内臓の自己消化によるもの及びビオプラーゼ2%添加したものについて同様の操作をなした。その結果を第7表に示す。

ガザミ肝臓を5%添加した場合はビオプラーゼ2%添加と同様にヒトデ体壁は略々完全に破壊せられ，濾過残渣は石灰質が大部分でヒトデ消化の目的を達し得るが，ガザミ肝臓2%添加した場合はビオプラーゼ2%の場合に比し遙かに劣り，自己消化の場合と差がない。即ち水産動物内臓等の天然酵素を使用してもその

Table 7. ガザミ肝臓によるヒトデの消化試験
Enzymic digestion of starfish using liver of blue crab (*Neptunus tritube culatus* MIERS).

添加酵素 Variety and amount of protease added		原料ヒトデ Weight of starfish used (g.)	濾過残渣 Weight of filtrate residue (g.)
ガザミ肝臓 Liver of blue crab	5%	300	36.5
〃	2%	300	63
ビオプラーゼ Bioprase	2%	300	38
自己消化 None (Autolysis)		300	59

酵素力によって適当量を用いればヒトデより大部分の炭酸石灰を除き得る。

（3） ヒトデエキスの濃縮

酵素処理法で製したヒトデエキスは水分多くそのままの状態では保存することが出来ない。腐敗を防ぐため濃縮する必要がある。濃縮に際してはビタミン等有効成分の破壊を防ぐため真空蒸発装置によって濃縮を行う事が望ましいが，我々は漁場に近い沿岸で簡単に操作する場合を考え平釜による直火濃縮を行い，その際ビタミン類が如何に変化するかを吟味した。酵素処理により得たヒトデエキス約 70kg を，径 62cm，深さ 21cm の鉄製丸底釜に入れ，直火で加熱濃縮した。濃縮中はエキスを絶えず加熱沸騰せしめ，且つ攪拌を充分に行う。加熱4時間にしてエキスは攪拌困難となる迄濃縮された。濃縮前後に於けるヒトデエキス中の水分及びビタミン類の変化を第8表に示す。

Table 8. ヒトデエキスの濃縮に於けるビタミン類の変化
Variation of vitamins contents of starfish solubles in process of concentration.

	水分 Moisture %	ビタミン含量（無水物 100g 中） Vitamins contents (in 100g dry matter)		
		B_1 γ	B_2 γ	B_{12} γ
濃縮前 Before concentration	86	400	1200	100
煮沸4時間後 After concentration (boiled for 4hrs.)	49	320	1150	100

第8表に見られる如くビタミン B_1 はやゝ減少するが，ビタミン B_2 及び B_{12} は濃縮中減少しない。もとより他の有効成分の濃縮による変化についても吟味する必要があるがヒトデエキスの濃縮は減圧濃縮等によらなくても単に直火濃縮でも相当栄養価の高いエキス濃縮物が得られる。

ヒトデエキスをどの程度迄濃縮すれば，腐敗しにくくなるかを知るため，上記の濃縮操作中3段階に於てヒトデエキス濃縮物を採取し，それらの試料を 30°C の恒温器中に2日間放置して，腐敗の程度及びビタミン B_{12} 含量の変化を観察した。それらの結果を第9表に示す。

第9表に見る如く水分 49% のヒトデエキス濃縮物は全然腐敗せず，水分の含量の大なるものは腐敗している。ビタミン B_{12} は腐敗と共に著しく減少する。尚水分 49% のヒトデエキス濃縮物を，其の後室内に放置したが数ケ月後も腐敗の徴候が見られなかつた。

（4） ヒトデエキスの栄養価及び毒性

ヒトデエキスの毒性の有無を知るため白鼠を用いて栄養試験を行つた。体重 60～80g の rat 30 匹を使用し雌雄計10匹を一群として3種の試験区に分け，第 10 表の如く基本飼料に蛋白源としてヒトデエキス，

Table 9. ヒトデエキスの腐敗によるビタミン B_{12} の減少

Decrease of vitamin B_{12} contents in starfish solubles due to its putrefaction.

水分 Moisture %	ビタミン B_{12} 含量 (γ/無水物 100g) Content of vitamin B_{12} (γ/dry matt. 100g.)		備考 Note
	濃縮直後 After concentration	貯蔵日数2日, 30°c After storage (2days at 30°c.)	
86	100	10	腐敗 Putrefied
72	102	13	腐敗 Putrefied
64	96	94	やゝ腐敗 Slightly putrefied
49	104	104	腐敗せず Not putrefied

対照としてカゼイン及び魚粉（サバを原料としたもの）を添加した。

供試ヒトデエキス濃縮物の成分を第 11 表に示す。

Table 10. 飼料組成

Composition of diets

基本飼料 Basal diets	澱粉 Starch	79%
	大豆油 Soybean oil	5%
	マツカラム混合塩 MacCollum salts mixture	3%
	乾燥酵母 Dry yeast	3%
	肝油 Liver oil	1日1匹当り 30I.U. ビタミン A vitamin A 30I.U. daily per rat
添加試料 Samples added	1 ヒトデエキス Starfish solubles 2 カゼイン Casein 3 魚粉（サバ） Fish meal (mackerel)	10%*(粗蛋白として) as crude protein

* 基本飼料 90g に対する添加量は，ヒトデエキス 27.2g.，カゼイン 13g.，魚粉 16g. になる。

Amounts of each supplements for 90g. basal deit are starfish solubles : 27.2g., casein : 13g., fish meal : 16g.

Table 11. 飼育試験に使用したヒトデエキス濃縮物の成分

Analysis of starfish solubles used in feeding experiment.

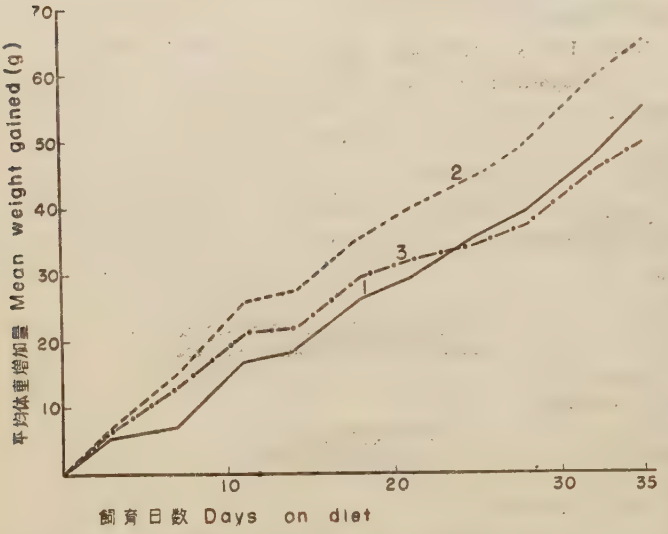
水分 Water %	粗蛋白質 Crude protein %	灰分 Ash %	ビタミン (γ/無水物 100g.) Vitamins (γ in 100g. dry matter)		
			B_1	B_2	B_{12}
34.2	36.7	11.0	290	680	20

各蛋白源の添加量は飼料中の粗蛋白含量が何れも 10% となるように各蛋白源の蛋白含量に応じて定めた。一週間の予備飼育の後，35 日間に亙つて飼育試験を行つた。基本飼料の投与量は初めの 27 日間は 10匹当り 1日 90g であり，以後一割増加せしめた。試験結果を第 12 表及び第 3 図に示す。

飼育中 30 匹の rat は何れも健全であつた。飼育中の供試白鼠の外観及び第 12 表，第 3 図の体重増加より判断すればヒトデエキスの栄養価は高いもので，この飼育試験の間には特別な毒性は認められなかつた。

Table 12. 白鼠によるヒトデエキスの投与試験 (June 22～July 27, 1954)
Feeding experiment of starfish solubles with rats

試験区 Groups	個体数 No. of rats	実験開始時平均体重 Mean initial wt. (g.)	平均体重増加量 Mean weight gained (g.) 7th day	14th day	21st day	28th day	35th dax
1. ヒトデエキス飼料区 Starfish solubles ration	♂ 5 ♀ 5	71.40	7.25	18.55	29.50	39.35	54.00
2. カゼイン飼料区 Casein ration	♂ 4 ♀ 6	80.17	14.88	27.13	39.43	48.73	63.38
3. 魚粉飼料区 Fish meal ration	♂ 5 ♀ 5	74.00	13.10	21.35	31.58	36.90	48.85



1——Starfish solubles ration
2……Casein ration
3-•-•-Fish meal ration

Fig. 3. 白鼠によるヒトデエキスの投与試験
Feeding experiment of the starfish solubles with rats

Ⅲ 考 察

ヒトデ類は本邦沿岸に広範囲に分布し，生原料を特定の場所に大量に集荷することは原料の鮮度低下の点より望ましくない。従ってヒトデ採取地に於て簡単な操作により処理しヒトデエキスを製造し得れば相当多量のヒトデを飼料化することが出来る。著者等の考案した酵素処理によるヒトデエキスの製造法は，現地で手軽に行い得る方法と思う。

使用すべき酵素としてはビオプラーゼの如き酵素製剤の他に，Protease の強い水産動物臓器例えばカニの肝臓等を使用しても同様の効果をあげることが出来る。但しカニ肝臓の如き天然物は，その入手が時により困難な場合があるから随時大量のヒトデ処理を行うには効果的な市販酵素剤を使用する方が便利である。即ち酵素力が強ければ処理時間も短くてすみ，高温の季節に於ても処理中腐敗の恐れがない。

著者等はヒトデエキスをフスマに吸着させて乾燥物をつくる事を試みたが，ヒトデエキスに相当多量のフスマを加えなければ日乾によっては容易に乾燥しない。ヒトデエキスとフスマ（或は糠）の混合物を加熱乾燥すれば水分 10 %以下の乾燥物を得ることは容易であるが，ここに得られた乾燥物は非常に吸湿性である。この吸湿性は普通のフイッシュソリュブルをフスマに吸着させたものも同様である。これはヒトデエキス或はフイッシュソリュブル中にエキス分，糖質等を多く含む為であろう。

従来水産物から製せられた飼料は，魚粉の如く乾燥粉末としたものが多く，フイッシュソリュブルを飼料とする場合には日本では糠，フスマ等に吸着させて粉末化することが多く行われて居るが，フイッシュソリュブル，ヒトデエキス等を多量に飼料として利用するには，これ等の濃縮物を消費者に供給し，飼料給与の際フスマ，糠等と混合して使用するような方法を普及することが色々な点で有利であろうと思う。尚最近のビオプラーゼは本報に使用したものより強力になつたので使用量は更に減少して差支えないと思う。

Ⅳ 摘　　要

1. ヒトデを原料としてこれを酵素により処理して飼料用エキスを製造する方法，エキスの濃縮及び濃縮エキスの飼料としての栄養価及び毒性について実験した。

2. ヒトデを酵素により消化しその大部分の炭酸石灰を分離し無機物含量の少いエキスを製造する方法を考案した。

3. 酵素としてはビオプターゼが極めて効果的であるがカニ肝臓等の天然酵素を用いても同様の目的を達することが出来る。

4. ヒトデエキスはこれを直火釜により加熱濃縮してもビタミン類及び栄養価の低下は比較的少い。

5. 著者等の方法で得られたヒトデエキス濃縮物は蛋白質，ビタミン類に富み，飼料として優秀な栄養価をもつことを白鼠による飼育試験により確めた。又これを多量に白鼠に投与しても何等毒性が認められなかつた。

尚本研究の費用は一部文部省科学研究費によつたことを附記する。

Ⅴ 文　　献

1) Donald Whitson et al : Buletin of the Bingham Oceanographic Collection, Vol Ⅸ. Article 3
2) 沢野，三木：Science reports of the Tohoku Imp. Univ. 4 Series (Biology) 7, no. 1 (1932).
3) 秋谷六三：北海道水産試験場事業旬報，361，9，昭和 12 年；363，3，昭和 12 年
4) 安藤芳明：昭和 30 年 4 月，日本水産学会に於て発表
5) 簗瀬正明：本誌 19，1216 (1953).
6) 簗瀬正明：本誌 21，194～200 (1955).

水産醱酵食品に關する研究—I.
鹽辛中の好気性細菌について

錢谷武平
(長崎大学水産学部細菌学教室)

Studies on Fishery-fermentation Products—I.
On the Aerobic Bacteria in "Shiokara"

Buhei ZENITANI

Many halophilic or halotolerant bacteria were isolated from various kinds of "Shiokara" and 18 species were identified as listed in Table 1. Some strains of halophilic group are shown in Table 2, being identified from the results of their growth-test in high salt media.

On the basis of some inoculation-tests the author concluded that *Micrococcus* is mainly responsible for the ripening of "Shiokara", and halophilic *Vibrio* and *Achromobacter* are the promoters of spoilage, whereas *Bacillus* plays no important role in the ripening process.

緒　　言

塩辛類の熟成において細菌並びに酵母菌が作用[1]し，或る場合には細菌類が呈味成分であるモノアミノ酸類の分解を行い好ましからぬ影響を及ぼすこと[2]，又はウニ塩辛[3]やイカ塩辛[4]の異常醱酵の原因となることが明らかにされている。

著者は水産醱酵食品の製造特に塩辛類の熟成・変敗等に関与する微生物全般について研究中であつて酵母菌に関しては既に報告[5]した。塩辛類の細菌は既に古くから着目されていたが分類学的にその種類の明確になつたものはイカ，ウニ，鯛の子塩辛中の蛋白分解菌[6]，イカ塩辛中の好気菌[7]，その他カニ朝鮮醤油漬[8]，シヨッツル汁[9]及び魚醤油中[10]の細菌である。

前記試料は北海道産あるいは特殊の製品であるので著者は九州産の各種塩辛，殊にカツオ等の魚類内臓塩辛について好気的に分離し得る全菌株を集めその菌学的一般性質及び分類所属位置等を明らかにしたのでその概要を報告する。

実　験　の　部

1. 供試材料並びに細菌の分離

供試製品はイカ，カツオ，ウニ，ブリ及びサバの各塩辛でいづれも市販品及び好意的に分譲されたものである。各製品中の塩分濃度と pH の概略を述べるに食塩は最低 5.62 %，最高 21.68 % で一般に 15 % 前後のものが多く，pH は 5.0～5.6 でウニの内で低いものは 4.6 で変敗試料はすべてアルカリ性であつた。製品中の細菌数(10 % 食塩肉汁寒天，30° C，5 日間培養)はカツオ塩辛では固形物瓦当り 1.5×10^3～2.3×10^5，イカ塩辛の場合は液汁瓦当り 3.6～24.3×10^6 であつて酵母菌に比して遙かに多かつたが，塩分濃度・熟成日数等の相違から各試料毎にかなりの変動を示した。

塩辛中の細菌類の分離は可及的に細胞の滲透圧障害を避けるために 10 % 食塩肉汁寒天平板を用いる塗抹法に依つた。30° C，1 週間培養して生じた異る集落は各試料毎に全部釣菌し平板培養を反復して純粋に分離した。

2. 一般菌学的性質及び分類

研究方法：　分離菌株は概ね常法に従つてその形態学的，培養的及び生理学的性質を試験した。

1955 年 2 月 7 日受理

生理学的性質：1) リトマス牛乳 2) 糖類生酸試験—Brasiekow 培養基使用 3) 硝酸還元試験 4) インドール及び硫化水素生成試験 5) 溶膠試験 6) $NH_4H_2PO_4$ 及び尿素利用試験 7) ニュートラルレッド・メチレン青還元試験 8) 澱粉分解試験 9) VOGES-PROSKAUER 試験 10) 酪酸石灰同化試験及び 11) 食塩抵抗試験，5% 間隔で 25% 迄食塩を肉汁に加えこれに 10% 食塩肉汁の前培養から接種し好・耐塩性と耐塩濃度を判定した。

供試菌株中には普通肉汁又は同寒天に発育不能乃至不良のものがあつたので，かような菌株の生理学的性質は各試験にすべて 5% 食塩を添加した培養基を用いて試験した。

分類学的所属位置の検索： 専ら BERGEY (1948)[11] に拠つて検索し本分類で同定し難い海洋細菌は ZOBELL & UPHAM (1944)[12] の新種目録によつた。同定に当り完全に一致しない菌株は努めて近縁種を挙げ，なお同定出来ない時は属名のみを記載した。Table 1 の如く *Micrococcus* 属7種，*Vibrio* 属3種，*Bacillus* 属6種と *Achromobacter* 及び *Flavobacterium* 属の各1種に整理統合された。

Table 1. The identified species of bacteria and some of their physiological properties.

Species	Decomposition of milk & gelatine	Acid from glu.	suc.	lac.	Reduction of nitrate	Salt tolerance
Vibrio marinopraesens ZOBELL et UPHAM var.	P	+	+	+	−	−	25 % NaCl
Vibrio adaptatus ZOBELL et UPHAM	−	−	+	+	−	−	/
Vibrio aquatilis GÜNTHER var.	−	+	+	+	−	−	25
Micrococcus aurantiacus (SCHROETER) COHN	−	+	−	+	−	+	20
Micrococcus citreus MIGURA	−	−	−	−	−	+	20
Micrococcus flavus TREVISAN	P	+	+	−	+	−	15
Micrococcus varians MIGURA	−	−	+	+	+	+	15
Micrococcus epidermidis (W. and W.) HUCKER	−	+	+	+	−	−	15
Micrococcus freudenreichii GUILLEBEAU	−	+	+	+	−	+	15
Micrococcus conglomeratus MIGULA var.	−	−	+	+	−	−	25
Achromobacter species	P	+	−	−	−	−	25
Flavobacterium marinum HARRISON var.	P	+	+	+	−	+	25
Bacillus subtilis COHN emend. PRAZMOWSKI	P	+	+	+	−	−	20
Bacillus pumilus GOTTHEIL var.	−	+	(+)	+	−	+	20
Bacallus repens GIBSON	−	+	(+)	−	(+)	+	20
Bacillus circulans JORDAN	P	+	−	+	−	+	20
Bacillus brevis MIGULA emend. FORD	P	+	+	−	−	+	15
Bacillus laterosporus LAUBACH	−	−	+	+	+	+	20

Note： P…peptonization, glu.…glucose, suc.…sucrose, lac.…lactose.

Bacillus subtilis と *Micrococcus varians* が最も頻繁に分離されたが其の他の菌種中にも既往の研究で他の食品から分離された菌種がかなり存在した。ただ佐々木・中根両氏[6] は *Escherichia* 属を分離したが著者の実験では分離されなかつた。特に海洋在来種と認められる *Vibrio* 属を始め若干種を得たことは製造上，考慮すべき事と思う。

3. 塩辛細菌の好・耐塩性について

塩辛類は通常 15～20% 食塩を含み，その熟成に関与する細菌は当然耐塩性あるいは好塩性をもつと考えられる。製造上分離菌種の好・耐塩性を確めるべく次の試験を行つた。

各濃度食塩中における発育試験： 10% 食塩を含む肉汁の前培養から各濃度食塩を含む肉汁に接種し 30° C，5日間培養について発育程度を標準菌液と比較し比濁的に測定した。

実験結果： *Bacillus* 属は概ね耐塩傾向を示し，5% 食塩にて好発育を示した。恐らく前培養の影響と考えられる。海洋細菌と認められる *Vibrio* 属，*Achromobacter* 属及び *Flavobacterium* 属は一般に好塩性を示し 10～15% 食塩中に最もよく発育した。*Micrococcus* 属は菌株によつて耐・好塩性を異にしたが来源による相違と考えられる。なお食塩中における発育は適応・馴化等の問題を持つがこの点については別の機会に譲る。典型的な好塩性を示した数菌株の発育と食塩濃度の関係は Table 2 に掲げた。

4. 分離細菌の接種試験

塩辛後熟期に微生物が関与することは既往の研究で明らかであるが如何なる菌種が作用するか明らかにされず僅に谷川・松浦両氏[9] がシヨッツル汁から分離した *Micrococcus* 属菌を用いた接種試験の報告があるにすぎない。塩辛変敗品はアルカリ性を呈したがこれは塩基性物質の生成と有機酸の分解による緩衝力の破

Table 2. The growth-optimum and -lower limit of salt-concentration.

Species	Lower limit % NaCl	Optimum % NaCl
Micrococcus species No. 2.	2	5—15
Vibrio marinopraesens var.	1	10—20
Vibrio aquatilis var.	3	10—20
Achromobacter species.	2	10—15
Flavobacterium marinum var.	3	10—15

No experiment above 25 % NaCl was carried out, though all bacteria described above grew in the broth containing NaCl up to 25 %.

壊が主因をなすものと考えて分離菌種を用いて次の如くこれらの点を確めて見た。アンモニヤ生成は 2.5 % イワシ自己消化エキス，4 % 食塩，pH 6.0，30° C，5 日間培養，有機酸分解は WURMER[13] にならい 0.25 % 蛹エキス，0.3 % 有機酸塩，2.0 % 寒天，pH 7.0，30° C，5 日間培養により試験した。その結果 *Micrococcus* 属と *Achromobacter* 属のアンモニヤ生成が顕著で他菌種のアンモニヤ生成と pH 変化は少ない。乳酸同化も前両属に認めたがクエン酸，コハク酸同化は菌種による差異がなかつた。

次に前熟期を経た塩辛について接種試験を行つて見た。

試験方法： イカ筋肉に 15 % 食塩を添加し塩辛とし室温で 2 週間経過した後，15 % 食塩水で同量にうすめ懸濁液とし 5 cc 容 3 角フラスコに 20 cc 宛を入れ殺菌してから接種した。30 日後 pH，揮発性塩基性窒素，アミノ態窒素及び可溶性窒素（3 塩化醋酸にて除蛋白した濾液）を常法に従い分析した。

実験結果： *Bacilius* 属細菌に較べ *Vibrio* 属，*Micrococcus* 属及び *Achromobacter* 属細菌はその作用が強い。pH の変化と揮発性塩基態窒素の生成は *Vibrio* 属が最も顕著であつて *Achromobacter* 属細菌は揮発性塩基態窒素の生成は前者より少ないが pH は 7.2 であつた。*Vibrio* 属並びに *Achromobacter* 属細菌は他菌種よりも腐敗作用が強いようであるから両属細菌の発育は余り好ましいものではないと考えられる。*Micrococcus* 属細菌はその作用が菌種によつて相違するが塩辛中に最も普辺的であつて主として熟成作用に関与し *Bacillus* 属細菌は随伴細菌と見るべきであろう。分析結果は Table 3 に表示した。

Table 3. The decomposition of salted squid muscle by "Shiokara"-bacteria.

Species	pH	V. B. N.	NH_2-N	S. T. N.
Vibrio marinopraesens var.	7.0	51.2	91.0	188.0
V. aquatilis var.	7.2	56.0	64.7	132.0
Micrococcus aurantiacus	6.3	17.2	62.4	182.0
M. sp. No. 2.	6.8	26.4	51.2	156.0
M. citreus	6.9	28.0	64.4	168.0
M. flavus	6.5	8.0	58.4	160.0
M. epidermidis	6.9	26.4	54.4	156.0
M. conglomeratus var.	6.4	10.8	61.5	168.0
M. varians	6.2	12.4	60.0	172.0
Achromobacter sp.	7.2	24.8	63.5	140.0
Flavobacterium maltnum var.	6.0	6.4	61.2	180.0
Bacillus subtilets	6.0	5.6	64.7	164.0
B. pumilus	6.0	6.0	61.2	169.2
B. circulans	6.0	6.4	59.5	176.0
B. brevis	6.2	7.2	55.6	156.0
B. laterosporus	6.2	4.8	61.2	180.0
Control	6.0	6.6	61.9	172.0

Note: V. B. N. ···volatile basic nitrogen, S. T. N. ···soluble total nitrogen. The data are expressed as mg. in the total volume, 20 cc.

考　　察

塩辛類は味噌・醤油に比し全製造工程を通じて原料が加熱処理を経ず，また炭水化物が僅少である点で相違する。従来他の食品や魚類・用水・用塩等に見出された菌種も存在したが農産製品に較べ乳酸菌系統の細菌が見出されず *Vibrio* 属等の水中細菌を分離した。

一般的に無芽胞桿菌群は動物性食品に対し有芽胞桿菌群は主として植物性食品に対し分解作用が強く球菌類は種類の別なく腐敗に関与する[14]が，接種試験の結果も *Vibrio* 属，*Achromobacter* 属に比し *Bacillus* 属の作用よ著しからず又 *Micrococcus* 属についても同様の傾向を認める。中島氏[14]は魚肉の如き蛋白質のみの食物では随伴細菌は腐敗作用に無関係のように見えると述べているが塩辛における *Bacillus* 属菌も随伴細菌と考えるべきであろう。球菌類は腐敗作用に選択性があるから[15] *Micrococcus* 属中にも *Achromobacter* 属の如き腐敗を引起すものも存在すると思われる。特に好塩性水中細菌の存在は製造上から好ましくないと思われる。

塩辛中の微生物の作用を明らかにするには嫌気性細菌や今回の方法で分離しにくい *Halobacter* 属[16]の存在も予想されるので更に詳細な研究が必要と思う。

総　括

各種の塩辛から好気性細菌を分離しその分類学的位置を決定し最も普遍的に存在する *Micrococcus* 属菌が熟成作用に関与し，その過度の作用又は好塩性水中細菌 *Vibrio* 属や *Achromobacter* 属菌は腐敗を引起し易く *Bacillus* 属菌は随伴細菌であると考えられる。

本研究は九大農学部水産化学教室で行ったもので終始懇篤な御指導を賜った富安教授に深謝の意を表する。

文　献

1) 松井秀三郎・深山義道：水講試験報告，**12**，No. 3 (1916).
奥田　譲：農学会報，**15**，11 (1912).
2) 清水　亘：水産製造会誌，**2**，98 (1934).
3) 富安行雄，銭谷武平：日水会誌，**19**，585 (1953).
4) 半沢　洵・佐々木酉二・中根正行：醸学，**19**，1 (1941).
5) 銭谷武平：九大農学芸雑誌，**12**，247，375，383 (1952) **14**，301 (1953) **14**，580 (1954) **15**，53，63 (1955).
6) 佐々木酉二・中根正行：醸学，**20**，523 (1942) **21**，733 (1943).
7) 長尾　清・木村喬久：水産学雑誌，**54**，21 (1949).
8) 朴　容来：農化，**16**，101 (1939).
9) 谷川英一・松浦　寛：日水会誌，**12**，187 (1944).
10) 天野慶之・佐藤　健：日水会誌，**15**，365 (1949).
11) R. S. Breed, E. G. Murray and A. P. Hitchens: "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 6 th Ed., The Williams and Wilkins Co., Baltimore (1948).
12) C. E. ZoBell and H. C. Upham: *Bull. Scripps Inst. Oceanog. Univ. California*, **5**, 239 (1944).
13) W. Wurmer: *Zentral. Bakt.*, Ⅱ, **87**, 447 (1933).
14) 中島正博：腐敗研究所報告，**2**，4 (1949).
15) 赤塚正平：腐敗研究所報告，**4**，58 (1951).
16) H. Anderson: *Applied Microbiology*, **2**, 64 (1954).

Biuret 反応による魚肉蛋白質の定量について*

松本重一郎・金光庸俊**
（東海区水産研究所・九州大学農学部水産学教室）

A Biuret Method for Determining Fish Muscle Proteins

Juichiro J. MATSUMOTO and Tsunetoshi KANAMITSU

As most of the methods for determination of fish muscle proteins are more or less tedious, a more convenient method has been desired. The SNOW's method (1950)[4] which was followed at first by the authors revealed that the linearity between light absorption and protein concentration did not hold for protein concentration beyond 0.3 mg. N/ml., and that the formation of turbidity often disturbed the measurement (Fig. 1 Curve-A). Thence a reagent proposed by SOLS (1947)[5] was examined. By use of this reagent, the constancy of the absorption increment was kept up to 0.4 mg. N/ml. (Fig. 1, Curve B). As for turbidity it was observed that the turbidty increased as a function of time after combining the sample solution and the reagent, and that the turbidity could be removed by centrifuging or filtration (Fig 3). Thus the method was defined as below.

The reagent, which is composed of 0.4 % $CuSO_45H_2O$, 8 % NaOH and 0.2 % glycerol, is added to an equal volume of the sample solution, and mixed. After standing for from 3 hours to overnight the mixture is centrifuged for 10—15 minutes by 3,000 r.p.m. or filtered with no. 3 glass-filter. The optical density of the supernatant or the filtrate is evaluated at the wavelength of 545 mμ, and protein concentration is calculated by the aid of a coefficient determined previously (Table 1). The standard error of the analysis was as low as ± 1.98%.

When it was needed to obtain a rough measure of a protein concentration as quickly as possible, and also in the expence of the accuracy, the authors took advantage of the SNOW's method in which the measurement is performed between 25—40 minutes after combining the sample and the reagent and without removing turbidity.

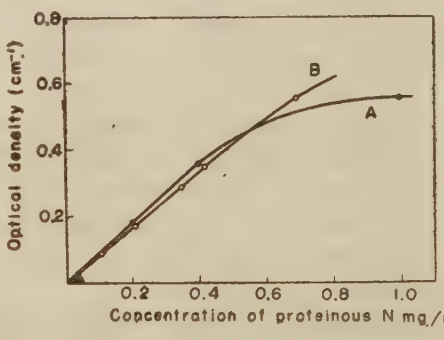


Fig. 1. Biuret colour and the concentration of fish muscle protein.

A : With SNOW's reagent (without centrifugation and between 25—40 min. after mixing. at 540 mμ ; squid muscle).

B : With SOLS's reagent (after centrifugation and at 545 mμ ; flatfish muscle).

水産物の蛋白質に関する研究を行うに当つて出会う困難の一つは蛋白質の定量が比較的に厄介で長時間を要することである。例えば最もよく用いられる KJELDAHL 法では予め蛋白沈澱剤で処理せねばならない。そこで私たちは biuret 法をとりあげ，その吟味を試みた。

Biuret 反応を蛋白の定量に用いたのは RIEGLER (1914)[1] が最初であり，SIZER (1937)[2] がはじめて光電比色計を用いたが，比較的高い精度に達したのは MEHL (1945)[3] 以来のようである。然しながらこれらの研究はすべて血清や脊髄液の蛋白について行われたものであつ

1955 年 5 月 1 日受理 （印刷費負担） 東海区水産研究所業績 B 第 205 号

* 1954 年 4 月 5 日 日本水産学会年会にて講演。

** 現所属 東京大学農学部水産学教室。

て，魚肉蛋白の溶液についての使用は Snow (1950)[4] によつて報告された。私たちはまず Snow の方法を追試し，(i) Beer の法則が成り立つのは蛋白態窒素にして 0.3 mg N/ml 以下* であつて (Fig. 1 曲線 A) 実際にはもつと高濃度まで測定できることが望ましいこと，及び (ii) 魚肉蛋白の抽出液では濁りの発生が著しく，測定を妨害することを認めた。(i) の点に対しては Sols (1947)[5] の試薬が適当であると認め，また (ii) については発色液の遠心分離等によつてその影響を除くことに成功したのでその結果を報告する。

実　　験

比色実験にはすべて Beckman DU 型 spectrophotometer を用いた。

1. 光の波長の選定について

Biuret 法の測定に用いるべき光の波長，即ち biuret 法による発色の吸収極大の波長を確めるため，スルメイカ肉の 1M KCl 抽出液に Snow の試薬を加え，発色後遠心分離して濁りを除いた液につき，等量の蒸溜水で稀釈した試薬を対照として吸収曲線を測定したところ Fig. 2 の如き曲線がえられ，吸収の極大値は 545 mμ に認められた。これは Mehl や Levin ら (1951)[6] が血清蛋白の biuret 反応について報じた波長に一致した。従つて測定には 545 mμ の波長を用いることとした。Snow の試薬を後述の如き Sols の試薬にとり代えても，この極大値の位置には変化がみられなかつた。

2. Beer の法則の成立範囲について

前述の如く Beer の法則をより高濃度の蛋白溶液に於て成立せしめるためには，試薬中の $CuSO_4$ の濃度を高めればよい。Snow の処方 ($CuSO_4$ $5H_2O$ NaOH 18 %) に於いてこれ以上 $CuSO_4$ を増すと $Cu(OH)_2$ の沈澱を生じやすいようであるが，Sols の処方 ($CuSO_4$. $5H_2O$ 0.4 %，NaOH 8 %，グリセリン 0.2 %) ではこれだけの Cu が試薬中で充分に安定化されていることを認め，この処方を用いることとした。試薬の調製に際しては $CuSO_4$ $5H_2O$ と NaOH とを別々に溶解し，後者にグリセリンを加え，後者を激しくかきまぜながら前者を滴下し，水を加えて全容を一定容とする。測定のためにはこの試薬を等量の検体溶液に混合し発色液をえる。

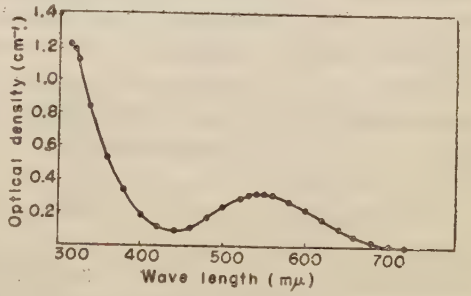


Fig. 2. Absorption curve of the biuret colour. (With NaCl extract of squid muscle containing 0.29 mg. Pr. N/ml.)

この処方によれば吸収の強さと蛋白濃度との間の直線的関係の成立する範囲は Fig. 1 曲線 B の如く延長され，蛋白態 N として 0.4 mg N/ml までほゞ Beer の法則が成立することが認められた。Fig. 1 曲線 B は後述の遠心分離法により濁りを除去して行つた。曲線 B の傾斜が曲線 A より小さいのはそのためである。尚これ以上濃厚な試料は稀釈して定量すればよい。

3. 発色液の濁りについて

Snow の処方によつて魚肉蛋白質の溶液を定量するときには，発色液に濁りを生じ，測定を妨げたことが屢々であつた。Snow によれば濁りは混合後 40 分までは起らないというが，私たちの経験によればもつと早くから濁りの出ることも珍しくなく，殊にコイの如く多脂性の魚肉の場合にそれが著しいようであつた。Levin らは NH_4OH を含む biuret 試薬を犬血清蛋白の定量に用いる際，試薬の添加後 40 分から出現する濁りを，混合後 3 時間以上経過した後

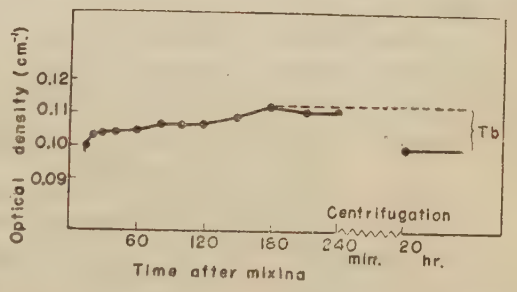


Fig. 3. Changes in the apparent optical density of the biuret mixture involving the formation of turbidity.
(With KCl extract of squid muscle containing 0.09 mg. protein N per ml.)
Tb : Turbidity.

* Snow は 0.24 mg N/ml まで Beer の法則が成立すると述べた。

に遠心分離することにより透明な上澄液をえ，これを比色して好結果をえた。また Levin らによればこの濁りは蛋白の分解によつて遊離された phosphatide であろうという。

私たちもこの方法にならいスルメイカ KCl 抽出液を上記の Sols の試薬で発色せしめた後，見かけの吸収（発色による吸収と濁りによる吸収又は散乱の效果の和）の時間的推移を追い，更に遠心分離後の上ずみの値を測定すると Fig. 3 の如き曲線がえられた。即ち 545 mμ における吸収は混合後 20 分間でほゞ一定値に達したが，60 分後から増加しはじめ，3 時間に達すると増加が停止した。この発色液を一夜放置後 3,000 r.p.m. で 10～15 分間遠心分離すると透明な上ずみがえられ，そのときの吸収は混合後 20 分の吸収よりも小さくなつた。また同様の遠心分離を混合後 3 時間後に行つても透明な上ずみがえられた。

スルメイカ肉の他，各種の魚肉の水又は KCl 抽出液もはじめから若干の濁りを持ち，Fig. 3 と同様に biuret 試薬の添加後に濁りが増加すること，及び遠心分離によつて濁りを除去しうることが示された。Fig. 3 に於いては混合後 20～60 分 の間で一時的に濁りの増加の停滞が認められるが，これは他の魚種に於いても肉眼的に経験され，Snow が試薬の添加後 20～40 分の間に比色を行うように定めたのは恐らくこゝに着眼したものと考えられる。しかしこの際には既に幾許かの濁りを含み誤差の原因となるので，濁りを除去することが優れていることは言うまでもない。濁りを除去する時期は上記の実験結果によつて混合後 3 時間以上経過の後と定め，それで満足な結果を得たが，混合した翌日に濁りを分離しても好結果がえられ，実験の手続上からは一般にこの方法が便利であると思われる。

この際遠心分離の代りに発色液を r.o. 3 のグラスフィルターによつて濾過するならば吸引することなく透明な濾液がえられ，しかも吸収の値から見て蛋白の量に損失を生じないことを見出した。

魚肉の抽出液に 8 % の NaOH 溶液を混合すると，濁りが次第に増加することが認められたので，蛋白溶液から濁りを発生する主な要因は試薬の強アルカリ性にあるらしい。また魚肉蛋白試料を 3 塩化酢酸で洗つた後 NaOH 溶液に溶し，biuret 発色を行つた場合に，混合後短時間の間には濁りが認められなかつたこと，3 塩化酢酸処理の際の上澄みが 8 % NaOH の中で濁りを生ずること，この濁りを遠心分離によつて集めるとエーテルに可溶性であること，この沈澱を Kjeldahl 法で定量した際に殆んど窒素が認められないこと等の事実を考え合せれば，この濁りは蛋白質又は peptone, peptide の如き関連物質ではなく，従つて濁りを除去しても当の蛋白質の分析の回収率を害うものではないことが示唆される。

かくて検体溶液に等量の試薬を混合し，3 時間以上経過した後に遠心分離又は濾過を行つて濁りを除き，545 mμ の光を用いて吸収を測定する方法を標準法と定めた。

実験中にはそれ以後の操作の必要上分析の精度を犠牲にしてもなるべく短時間に蛋白濃度の目安を知らねばならぬ場合が珍しくない。私たちはかゝる時の便法として同じ Sols の試薬を用いて溶液を発色せしめ，Snow の方法にならつて濁りを除去する操作を行うことなく混合後 25～40 分の間に比色した。

4. 極 定 法

Fig. 1 の曲線の一部を原点を通る直線 $D=P/k$ とみなし，(D 光学密度，P 蛋白態窒素濃度 mg N/ml，k，換算係数) 実験値より k を算出した。なお P の定量には同じ抽出液より 3 塩化酢酸で沈澱させた蛋白を semimicro-Kjeldahl 法で分析し，2 回以上の平均値をとつた。魚肉試料としてはヒラメ，コイ，

Table 1. The conversion factor (k) in the standard method for various samples.
$kD=P$, $k=P/\log_{10}(I_0/I)$
where $D=\log_{10}(I_0/I)$: Optical density per 1 cm. depth of solution,
P : Concentration of protein N mg./ml.

Species* \ Extract	Extract with water (A)	Extract with 1 M KCl after extracting A (B)	Extract with 1 M KCl (C)
Hirame	1.22—1.25	1.21—1.25	1.19—1.23
Koi	1.19	1.22	1.22
Surume-ika	1.23	1.20	1.24

* Hirame : Flatfish, *Paralichthys olivaceus* (Temmink & Schlegel).
Koi : Carp, *Cyprinus carpio*.
Surume-ika : Squid, *Ommastrephes sloani pacificus* (Keferstein).

Table 2. The conversion factor (k) for various samples, when the tuibidity was not removed prior to colorimetry.

Species \ Extract	Extract with water (A)	Extract with 1 M KCl after extracting A (B)	Extract with 1 M KCl (C)
Hirame	1.15—1.19	1.21—1.25	1.18—1.21
Koi	0.66	1.15	1.07
Surume-ika	0.95	1.17	1.10

スルメイカを代表的にえらび，その各々について水抽出(A)，水抽出後 1M KCl* 抽出(B)，1M KCl* 抽出(C)を行い（各抽出液は肉の 20 倍量),その各々についてえられた k は Table 1 の通りである。又参考のためこれと相対応する試料の各々について前述の如く Snow の方法にならい，濁りを除去することなく混合後 25～40 分間に比色した値による k の値を Table 2 に掲げた。

Table 1 によれば，こゝに採用された biuret 比色法の換算係数 k は魚種と抽出法に関せず殆んど一定であることが認められる。

一方濁りを除去せぬ便法でえられた Table 2 では，魚種により，又抽出時の溶媒によつて大きな差のあることを示している。これは魚種により，又溶媒その他の抽出条件によつて抽出液の濁り方が一定でないためと考えられる。従つて Table 1 と 2 とを比較すれば濁りを除去する方法が遙かに優れていることが理解される。

なお Table 1 の値がこゝに実験された3種以外の魚肉蛋白質についても一定であるか否かについては今後の検討に待たねばならない。

考　　察

i) 換算係数と濁りについて　Table 1 の換算係数 (k) の値は互いに大差がないことが認められる。これは魚肉を構成する各種の蛋白の間には発色の強さに大差がないことを示唆している。

発色液の濁りの有様は試料とする動物筋肉の種類によつてさまざまである。コイ肉ではじめから濁りが顕著であるが発色液を一夜放置すれば濁りは凝集して太く柔い紐状のゲルとなり試験管中に浮ぶ。スルメイカ肉では凝集は起るがコイ肉ほど著しくない。エビ類の肉では放置中にも濁りは分離しないが，コイ，イカ，ヒラメ肉と同じく濁りの除去は容易である。然るにアサリ，アワビ等の貝類の肉及びカタツムリ肉では抽出液の濁りが強く，発色液を放置したときに凝集することなく，しかも遠心分離や濾過を行つても濁りが除去されない。従つてこれらに対しては biuret 法はあまり有用でない。コイ肉の抽出液では3時間放置の後にも遠心分離で濁りがよく分離しないものがあつたが，その発色液を沸騰水中で5分間加熱することにより遠心分離しやすくなつた。

ii) 測定誤差について　前記の通り Fig. 1 の曲線の一部を直線とみなして換算係数 (k) を算出したが各々の実測値はその直線のまわりに少しづつ分散していた。そこで Table 1 の k の値の決定のために用いたヒラメ，コイ，及びスルメイカ肉の各種抽出液合計9種 11 例についてえられた合計 47 個の測定値を集め，その各々に対してえられる k の値よりその標準誤差を算出するとそれは ± 1.98 % となつた。ちなみにこの値は Mehl で ± 3 %，Snow で ± 1 %，Levin らで ± 3～5 % と報ぜられている。

iii) この方法の特色について　Kjeldahl 法で蛋白を定量する場合には予め非蛋白態窒素を分離する必要があるが，この方法ではその必要がないこと，操作が簡単，確実であつて熟練を要せず，また便法を用いれば 30 分間で結果がでること，蛋白沈澱剤を要せず，結費がかゝらぬこと，少量の稀薄溶液でも測定しうること等の長所がある。また濁りを除去しない便法によれば誤差が大きくなるが，蛋白量の絶対値よりも，むしろ相類似する試料の間の相対的な比較にて足りる場合（例えば同一の蛋白溶液を用い pH を変えて溶解蛋白の等電点を求める場合）等に於いては，誤差の原因となる濁りの影響は互いに打ち消されるから，かゝる便法も効果的に用いることができる。

---

* KCl 1M $KHCO_3$ 0.03 M を含む液の pH を HCl で pH 7.2～7.3 に調整した。

この方法でよい精度をえるためには光学密度が0.1以上であることを要するから，これに対する蛋白濃度は蛋白態窒素として 0.12 mg N/ml，蛋白として0.75 mg Pr/ ml を必要とする。 また BECKMAN spectrophotometer による2回の測定にはこの溶液が 8 ml にて足りる。従つて沈澱状態としての蛋白ならば 0.75 ×8=6 mg あればよい。しかし精度の低下が許されゝば溶液として 0.08 mg Pr/ml,沈澱として 0.6 mg までは定量できる。然しながら KJELDAHL 法に比べればこの方法の精度はむしろ低い方である上に，動物の種類，蛋白の種類によつて発色の強さが一定であるという理論的な根拠がないから，時に応じ KJELDAHL 法を併用して補正を行わねばならぬ点が短所である。

iv) MEHL の試薬その他について　MEHL は試薬中の Cu を安定化するために ethyleneglycol を 20 % 添加した。追試の結果によれば，市販の ethyleneglycol 中には不定量の還元性物質を含み，このため試薬中に含まれる Cu の量が一定しない。グリセリンを使えばこの欠点をさけることができる。

v) 妨害物質について　もし検体中に NH_4^+ 又は尿素が含まれると発色はそれだけ増加する。また不溶性の水酸化物若くは硫酸塩を生成する Mg^{++}, Ca^{++}, Ba^{++} 等の存在する場合にもこの方法が用いられぬことは，SNOW が既に指摘した通りである。しかしこれらアルカリ土類金属によつて一旦生じた水酸化物の沈澱は遠心分離又は濾過によつて除去され得，これらの 0.01 M 程度の濃度では試薬のごく一部が消費されるだけで，蛋白分析には事実上殆んど影響を与えないことを認めた。またまれにコイ肉の抽出液にみられた如く試薬との混合液を 2～3 日放置すると試験管の底に黒褐色の沈澱が生じた。これは試料溶液に含まれた還元性物質によつて試薬中の Cu が還元されたためではないかと考えられる。かゝる場合は長時間の放置をさければよいようである。

vi) Peptone の存在について　この方法では理論的には蛋白のみならず peptone 及び peptide でも発色することを忘れてはならない。しかし魚肉の抽出液の数例に対し直接 biuret 試薬を加えた場合と，3 塩化酢酸によつて分離した蛋白に biuret 試薬を加えた場合との間には有意の差が認められなかつたら，仮に抽出液中に peptone が含まれていても実験誤差に含まれてしまつたものと考えられる。

要　　約

（1）魚肉抽出液中の蛋白質を定量する目的をもつて SNOW の処方による biuret 法を追試し，こゝに認められた短所を補うために SOLS の処分について吟味を行つた。

（2）SOLS の処方によれば蛋白態窒素濃度が 0.4 mg N/ml に達するまで BEER の法則が成立することを確めた。

（3）魚肉蛋白質の抽出液は biuret 試薬の添加に際して濁りを生成し，測定が妨げられるが，この濁りは遠心分離し，又は no. 3 グラスフィルターによつて除去しうることを認め，かくしてえた発色液の吸収を試薬の等量稀釈液を対照として波長 545 mμ にて測定する方法を標準法と定めた。

この研究にあたつて終始御指導を戴いた右田正男先生，著者等が協力する機会を与えられた富安行雄先生及び実験の一部を手伝つて下さつた新井とみ子さんに厚く御礼を申し上げる。

文　　献

1) E. RIEGLER : *Z. anal. Chem.*, **53**, 242～245 (1914).
2) I. W. SIZER : *Proc. Soc. expt. Biol. Med.*, **37**, 107～110 (1937).
3) J. W. MEHL : *J. Biol. Chem.*, **157**, 173～180 (1945).
4) J. M. SNOW : *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **7**, 594～598 (1950).
5) A. SOLS : *Nature*, **160**, 89 (1947).
6) R. LEVIN and B. W. BRAUER : *J. Lab. Clin. Med.*, **38**, 474～480 (1951).

雑　　録

○ 中国四国支部選出評議員変更

さきに選出された富士川潔氏は支部外へ転出されたため松井魁氏が後任になりました。

○ 七月二十九日　定例理事会

投稿原稿印刷費超過料金徴収額については本誌第二十一巻・第一号・第四十九頁投稿規定に算定基準を公示してあるが，本日の理事会で次の事項が再確認された。

1. 刷上り4頁を超過した場合は一律に超過分1頁宛，1,800円を徴収する。但し頁当り単価が1,800円以上の場合は超過分も合せ徴収する。
2. 刷上り4頁以内の場合でも印刷費が7,200円を超過した場合は超過分を徴収する。但し印刷費計算の基準を組代，凸版，写真，鋳込み，サライ，印刷用紙代の総計とする。
   （註：この計算基準によれば欧文原稿或は著しく複雑な原稿以外は1,800円を超過しない）
3. 本取決めは第二十一巻・第一号より実施する。

○ 訂　正 (ERRATA)

巻	号	頁	行	誤	正
21	1	47	下から4行	松井　魁	吉田　裕

（これは中国四国支部庶務の誤りです）

○ 中國四國支部例会　8月6日　於山口県外海水産試験場

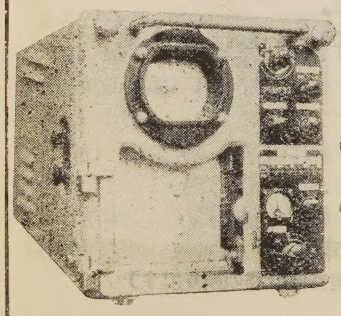
1. 鯖の生化学調査　徳永伝平（外海水試）
2. イカの鮮度保持について　松森　茂（外海水試）
3. 稚鯉の栄養に関する研究—3　酸素消費量について　赤築敬一郎・早山万彦（水講）
4. 対島海峡附近の稚魚類に就いて　伊藤健生・竹村　宏（外海水試）
5. ソーダガツオに於けるゼリー肉例　浅川末三（南水研）
6. 水中に於ける各種曳網の抵抗について—3　網口の形状変化による抵抗変化　谷口武夫（水講）
7. クルマエビの産卵受精機構　吉田　裕・網尾　勝（水講）
8. 魚肉に及ぼすアスコルビン酸の保鮮及び酸化防止作用について—1　江良至徳・河内正通（水講）
9. 山口県下北浦沿岸に於ける貝類相　網尾　勝・野島重明（水講）
10. スズハモの骨質瘤の組成　西川昇平（水講）
11. テングサの一種の栄養繁殖について　片田　実（水講）

サンケンの最新型魚探機

テレビグラフ

映像・記錄併用式

かつお…まぐろ…底曳に最適



特　長

○ 魚探をしながら測深が出来る

○ 拡大探知が可能。

○ 一台分の値段で2台分の働き。

（カタログ進呈）

沼津市千本郷林1907　TEL（沼津）1626

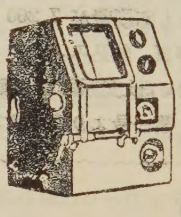
株式会社 産研 産業科學研究所

東京事務所　東京都品川区上大崎長者丸 284の1
TEL（大崎）7438

フィッシュスラフ

NECの

小型魚群探知機



小型軽量

取扱簡便

価格低廉

営業種目

各種音響測深機
各種魚群探知機
漁業用連絡無線
電気水温計

総取扱店

海上電機株式會社

本社営業所　千代田区神田錦町 1ノ19
支　店　下　関
出張所　神戸・清水・小樽

昭和三十年八月二十日　印刷
昭和三十年八月二十五日　発行

第二十一巻　第四号

本号定価180円
（送料別）

編集兼発行者　右田正男
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内

発行所　日本水産学会
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
振替口座　東京　59529番

印刷者　加藤松次

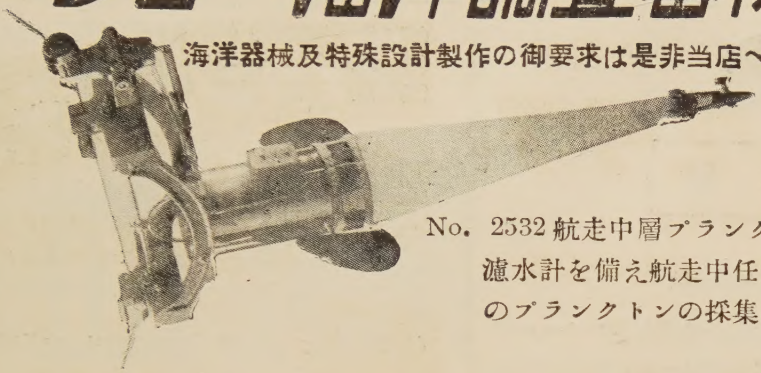
印刷所　株式会社 東海書房

発売所　株式会社 東海書房
東京都中野区江古田3の1223
電話　中野（38）4101

R.G.S.

リゴー海洋調査器械

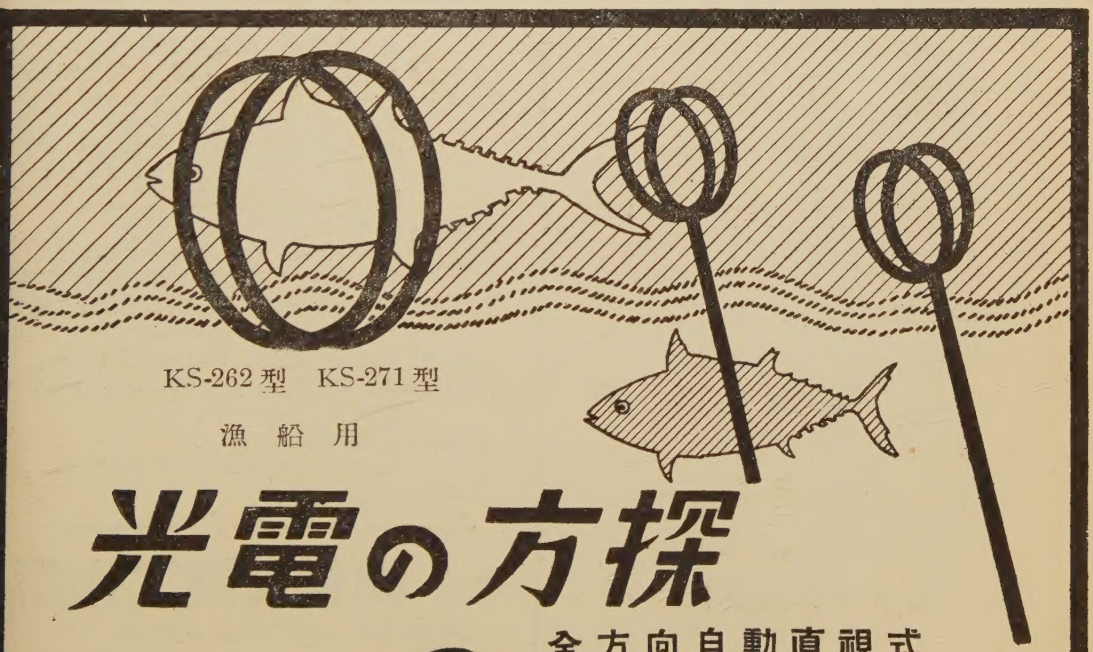
海洋器械及特殊設計製作の御要求は是非当店へ



No. 2532 航走中層プランクトンネット。
濾水計を備え航走中任意の深さ
のプランクトンの採集が出来ます。

株式会社 離合社

本　　社　東京都千代田区神田鍛冶町1～2丸石ビル4階
TEL (25) 0773・1513
大阪営業所　大阪市北区同心町1～15　TEL (35) 8019
工　　場　東　京　・　浦　和



KS-262型　KS-271型
漁船用

光電の方探

全方向自動直視式

株式會社 光電製作所

本社工場　東京都品川区大崎長者丸284の1
電話大崎(49)3265.5335.7438.7981

海底写真機

PAT. No. 190739

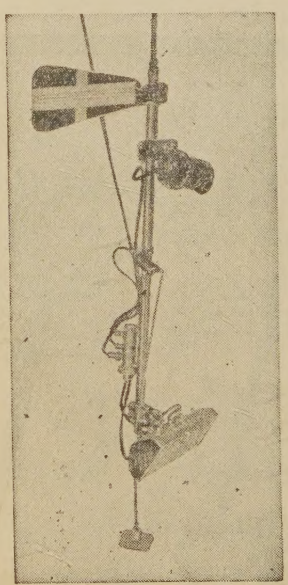
科研

特　徴

海底写真機には

懸吊型と浮揚型とあり前者は舷側からワイヤーで吊下げて撮影し，撮影に必要な一切の操作は船上より遠隔操作で行う。後者は撮影を終ると自動的に浮上する構造のものである。前者の撮影深度は大体 200 m 以内で後者は 600 m 以内であるが特殊の目的には更に深度のものもある。いづれも連続撮影可能である。

（携帯至便）



（カタログ進呈）

株式会社 **科學研究所**

東京都文京区駒込上富士前町 31 番地

TEL 大塚 (94) 1131——9

T.S.K 鶴見精機製

海洋調査観測用機器と航海計器

（捲上機）（測深儀）航海用及調査用

（手　動）250M——550M 三種

（携帯用）（河川，湖沼，石油井用）
200M。T. S. 0. 0. 型1/2馬力
T.S. バッジサーモグラフ用電動捲上機 1.5馬力

（電　動）T.S. 0 型　550M　2馬力
T.S. I 型　1500M　2馬力
T.S. II 型　3000M　3馬力
T.S. III 型　3000M-5000M 5馬力及10馬力
T.S. ヘビータイプ海洋調査用電動捲上機 15及30馬力

（自記験潮器）（水位計）水圧式，フュース式，ステブンソン式

（採水器）ナンセン式，エクマン式，北原B号，ゴム二重筒表面採水器，　T.S.トーメイ顛倒採水器（プラスチック製南日，岩宮式）
T.S.精密採水器（水平型）

（T.S.水深・水温記録計）（T.S.バッシサーモグラフ）100M. 200M. 300M.

（顛倒寒暖計）防圧，被圧，検定付

（油井用遠装採水器）（蔵田氏噴井用点灯回転計）

（水色計）T.S.水色計（南日式）

（傾角度盤）深度更正表付

（採泥器）2Mピストンコーアサンプラー，ドレッヂ，スナッパー式，岩宮式筒型

（プランクトン採集器）表層，中層用，植物プランクトン用
元田，井上式垂直各層別採集器
中井，岩宮式曳航採集器（濾水計，デプスレコーダー付）中井式プランクトンネット用濾水計（発停装置付）

（深度計）岩宮2号，6号

（流速計）エクマンメルツ式，プライス電音式
T.S.自記流向流速計・港研数点流速記録計
T.S. 隔測流向流速記録計，南日式電管流速計

（波高計）T.S.小型流速計（各層連装式）

（測程儀）特許，運輸省型式承認済T.S.-E型シップログ
T.S.サイドログ

◎ 其他の海洋調査観測器機

◎ T.S.ステアリングスタンド，テレグラフ，其他の航海計器

株式会社 **鶴見精機工作所**

本社及工場　横浜市鶴見区鶴見町 1506

電話 鶴見(5) 2028

出張所　東京都港区芝新橋二丁目三八番地　電話芝(43)6635番
神戸市生田区海岸通二丁目二四番地(㈱)岸計器製作所内
電話元町7998番
下関市西細江町(市民館内日本民衆産業(株)下関営業所内
電話0045番
函館市末広町三四番地(株式会社本郷商店内)
電話1584番 2447番